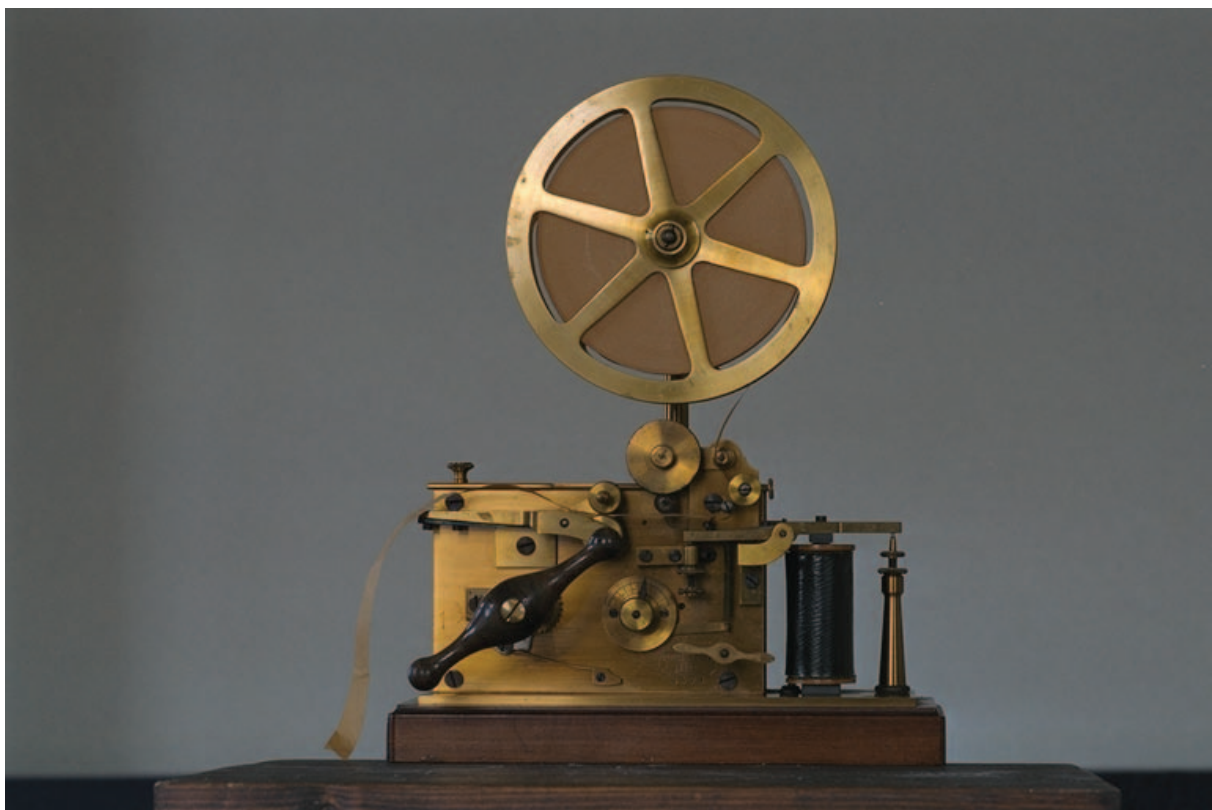


LE PHOTON

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

N° 24 - 2013



**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
S. Tresch	Caissier
E. Esseiva	Rédactrice (français)
L. Schaller	Rédacteur (allemand)
F. Scheffold	Membre et Président du Département de Physique
A. Raemy	Membre
R. Röthlisberger	Membre
P. Schwaller	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

2013 : une année 20 fois porte-bonheur ? Une année d'attente avant les festivités du 125^{ème} anniversaire de l'Université de Fribourg ? C'est vrai que cela s'annonce bien ! Pour s'en convaincre, il suffira à nos lectrices et lecteurs de consulter <http://www.unifr.ch/125/fr> . Vous trouverez ainsi, bien au-delà de la nostalgie, de quoi regarder avec optimisme le futur de « notre » Université en général, et de « notre » département en particulier.

Mais dire que l'Université fêtera ses 125 ans l'an prochain, c'est rappeler que le 25^{ème} anniversaire du Photon s'approche aussi à grands pas. Personne n'a oublié en effet que c'est le centenaire de notre Alma Mater qui avait donné l'idée à des pionniers de créer ce qui allait devenir votre revue annuelle préférée. Je me dois de faire appel à votre générosité pour que vous puissiez encore et toujours être tenus chaque année au courant de l'évolution de ce qui a été une étape sans doute décisive de votre vie.

Parmi ces pionniers, si l'on prend la peine de reprendre en mains le Photon n°1, on voit qu'après le premier éditorial de notre toujours fidèle Aloïs, le premier article «*La Physique à Fribourg de hier à aujourd'hui*» était signé de Jean Kern, qui nous a quitté moins de 10 ans plus tard, comme nous le rappelle M. Genilloud. Ce dernier a travaillé dans son groupe et signe l'un des articles de la rubrique «*Que sont-ils devenus ?*».

Pour une année d'attente, le Photon 2013 a décidé, une fois n'est pas coutume, de faire comme les autres journaux de la place fribourgeoise et de consacrer un article à l'Hôpital Cantonal. Mais ce qui va distinguer le Photon, c'est que nous allons nous concentrer sur ce qui y marche bien, et très bien même, puisque M. Tercier, également un de nos « anciens », nous informe de manière intéressante sur la radiothérapie rotationnelle. De quoi nous rappeler que si nous sommes soignés à Fribourg, nous sommes en de bonnes mains et de bons appareils ... et pour les bons administrateurs je laisse à d'autres le soin de juger.

Imitation aussi des autres journaux ? Toujours est-il que M. Castella, bien connu du monde politique, nous fait le plaisir et l'amitié d'un curriculum, nous rappelant, si besoin était, que décidément la physique mène à tout, du moins si l'on sait tirer profit des méthodes de réflexion dont elles nous dotent.

Pour en revenir à des rubriques habituelles du Photon, et qui n'ont, hélas, pas autant les faveurs de la presse locale, le toujours très apprécié mot du Président du département (mais où trouve-t-il le temps pour faire tout cela ?) est accompagné cette année de la présentation du groupe de Physique du solide / spectroscopie d'électrons que dirige Prof. Aebi. Sachant que Prof. Scheffold signe pour la dernière fois cet article puisqu'il cède la présidence du département, certains lecteurs pourraient penser que nous n'aurons pas la même qualité l'an prochain ... mais apprenant que c'est Prof. Aebi qui lui succèdera et à la lecture de la présentation de son groupe, ils seront pleinement rassurés.

Bonne lecture ... et bonnes festivités du 125^{ème} anniversaire de l'Université.

Roland-Pierre Pillonel-Wyrsh

• **DAS LEBEN AM PHYSIKDEPARTEMENT** im akademischen Jahr 2012/2013

Im gerade zu Ende gegangenen Studienjahr standen keine grundlegenden Veränderungen im Departement an. Die Arbeit in den bereits etablierten Gruppen konnte auf dem schon gewohnt hohen Niveau fortgeführt werden. Es gab wiederum eine Reihe von Publikationen in hervorragenden Fachzeitschriften sowie eine grosse Zahl an neu geförderten Drittmittelprojekten im Umfang von mehreren Millionen Franken. Zudem warten wir gespannt auf die Entscheidung des Bundesrates Ende des Jahres zum Freiburger Antrag auf einen Nationalen Forschungsschwerpunkt (NFS) an dem auch Gruppen aus unserem Departement massgeblich beteiligt sind.

Insgesamt kann die Physik somit wie schon in den vergangenen Jahren auf ein forschungsstarkes Departement blicken welches national und international keinen Vergleich zu scheuen braucht.

Lehre

Zum Herbstsemester 2013 konnten wir im Bachelor mit Hauptfach Physik 10 neue Student(inn)en begrüessen. Die Gesamtzahl unserer Physikstudent(inn)en (ohne Doktorand(inn)en) liegt bei etwa 45 und ist damit weiterhin etwas zu niedrig. Die Planungen für einen spezialisierten Masterstudiengang im Bereich der Physik und Chemie von Nanomaterialien wurden kürzlich wieder aufgenommen. Der genaue Termin für die Einführung des Masters hängt aber massgeblich davon ab, ob Freiburg die beantragten NFS Finanzmittel in Millionenhöhe zugesprochen bekommt.

Diplome und Auszeichnungen

Im akademischen Jahr 2011/2012 haben 6 Student(inn)en den Bachelor in Physik erfolgreich beendet: Gaëtan Aebischer, Philipp Aebischer, Irina Breitenstein, Maciej Kawecki, Samuel Schöpfer und Delphine Wenger.

Ihren Master in Physik erhalten haben : Edward Benhaim, Simone Colombo, Alex Gansen, Baptiste Hildebrand, Toni Kryenbühl, Lucie Loperetti und Mathieu Schopfer.

Zudem haben folgende Doktoranden ihre Doktorarbeiten erfolgreich beendet: Marco Braibanti, Giulio Cimini, Omar El Araby, Stanislao Gualdi, Stanislaw Nowak, Matous Ringel, Matthias Rössle und Yanbo Zhou.

Edward Benhaim und Hans-Christian Koch haben an der "5th International Conference of the Young Scientists" in Plovdiv, Bulgarien ein "Honorary diploma for the best presentation of a paper" erhalten.

Schliesslich wurde Baptiste Hildebrand für seine Masterarbeit in Physik mit dem Vigenerpreis 2013 unserer Fakultät ausgezeichnet.

Öffentlichkeitsarbeit

Ein Highlight in diesem Jahr war mit Sicherheit unser Auftritt als Ehrengast im Rahmen der "Nacht der Museen" am 25. Mai 2013. Der überwältigende Ansturm von 2000 Besuchern und die Vielzahl spannender Exponate und Vorstellungen konnten begeistern. In diesem Zusammenhang noch einmal herzlichen Dank

an Veronique Trappe, Antoine Weis, Hugues Vuillème, das Sekretariat, die Werkstätten sowie alle anderen aktiv beteiligten.



Fotos A. Weis



Personalien

SNF-Professor Valdimir Gritsev hat einen Ruf an die renommierte Universität von Amsterdam erhalten und Freiburg auf Ende September verlassen. Wir wünschen ihm weiterhin viel Erfolg und danken ihm für die in Freiburg geleistete hervorragende Arbeit. Weiterhin hat auch Paul Knowles, Oberassistent in der Gruppe FRAP und Leiter des Anfängerpraktikums, unsere Universität aus privaten Gründen in Richtung Wien verlassen. Neben seiner erfolgreichen wissenschaftlichen Arbeit hat er mit viel Einsatz und organisatorischem Talent in den letzten Jahren massgeblich zum reibungslosen Ablauf des Anfängerpraktikums beigetragen. Auch hierfür noch einmal herzlichen Dank.

Erfreuliche Anlässe

Auch in diesem Jahr gab es wieder mehrfach Grund zu feiern, insbesondere wenn Nachwuchs zu vermelden war. Das Licht der Welt erblickt haben Juliette (Tochter von Thomas Jaouen), geboren am 17. November 2012, Kirill (Sohn von Victor Lebedev), geboren am 28. März 2013, Juliette Farina (Tochter von Thomas Farage), geboren am 23. Juni 2013 und Peter (Sohn von Matus Medo), geboren am 17. September 2013. Félicitations à tous !

Darüberhinaus konnten wir in diesem Jahr zwei runde Geburtstage feiern. Kollege Jean-Claude Dousse feierte am 14. April 2013 seinen 65. Geburtstag und Kollege Antoine Weis am 23. April 2013 seinen 60. Geburtstag. Beide Jubilare wurden im Departement mit einem Empfang gewürdigt. Der Geburtstag von Antoine Weis wurde darüber hinaus im Rahmen eines eintägigen wissenschaftlichen Festkolloquiums Ende August gebührend gefeiert.

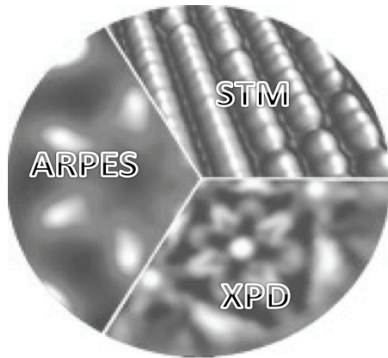
Schlusswort

Da sich mein Mandat dem Ende zuneigt, möchte ich die Gelegenheit nutzen, mich noch einmal besonders herzlich bei allen Mitarbeitern des Departements für die freundliche und effiziente Zusammenarbeit zu bedanken. Ein besonderer Dank geht auch an die Redaktion des PHOTONS für ihren vorbildlichen Einsatz mit dem sie den Kontakt zu unseren Ehemaligen pflegen.

Ab Januar 2014 wird Philipp Aebi die Geschicke des Physikdepartements leiten. Hierfür wünsche ich ihm eine glückliche Hand und alles Gute.

Frank Scheffold

• GROUPE DE SPECTROSCOPIE D'ÉLECTRONS EN PHYSIQUE DU SOLIDE A L'UNIVERSITE DE FRIBOURG



<http://physics.unifr.ch/fr/page/87/>

L'objectif de nos recherches est de comprendre la structure électronique (i.e., l'organisation des électrons dans un solide) ainsi que sa relation avec l'arrangement géométrique des atomes dans des matériaux présentant des propriétés électroniques originales. Nos expériences sont basées sur des mesures de photoémission et de microscopie à effet tunnel.

La photoémission (avec l'effet photoélectrique pour origine) résolue en angle est appliquée dans deux régimes distincts d'énergie, soit en employant des photons ultra-violet pour cartographier des bandes de valence et des surfaces de Fermi, soit en excitant des électrons de coeur avec des rayons X mous afin d'obtenir des informations locales et dans l'espace réel sur la structure géométrique au voisinage de l'atome émetteur (diffraction de photoélectrons de rayon X). Le logo du groupe (ci-dessus) indique les différents types de mesures. (STM indique scanning tunneling microscope, ARPES angle-resolved photoemission et XPD X-ray photoelectron diffraction).

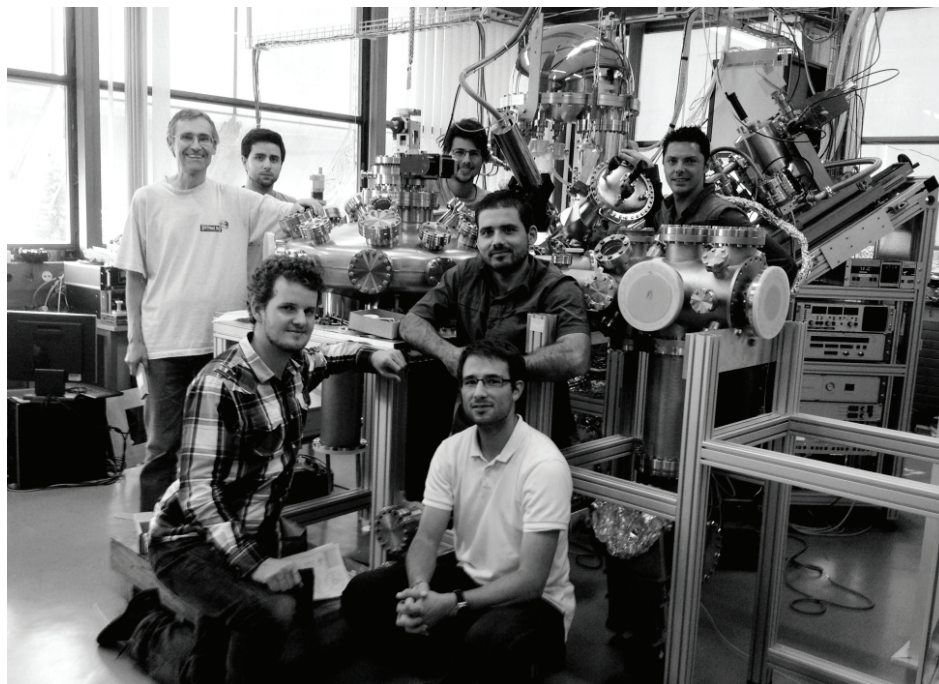
Lorsqu'en 2009 mon groupe a déménagé de Neuchâtel à Fribourg, une boucle s'est fermée pour moi. En effet, j'avais déjà travaillé au Département de Physique à Fribourg entre 1992 et 2002.

Après le Collège St-Michel, des études de physique à Zürich et un premier postdoc au Canada, je suis venu à Fribourg comme postdoc chez Jürg Osterwalder dans le groupe de Louis Schlapbach. Quand Jürg a été promu professeur à Zürich, j'ai eu la perspective de rester dans la recherche car j'ai pu ensuite reprendre son poste de professeur associé chez Louis.

En 2001, Louis est devenu le chef de l'EMPA et, à Fribourg, son groupe s'est désintégré. Une partie de son groupe est partie à l'EMPA et j'ai pu succéder à Yves Baer à l'Université de Neuchâtel comme professeur ordinaire.

En 2008, sous pression financière du canton de Neuchâtel et, par la suite, de l'Université, les études de Bachelor et Master en physique ont été successivement abandonnées. Toute une réorganisation a eu lieu et les 7 groupes de recherche à Neuchâtel ont été réduits à un seul. Trois groupes ont été transférés à l'Université de Berne, un groupe à l'ETHZ, un professeur a pris sa retraite et n'a pas été remplacé. Pour ma part, j'ai déménagé à Fribourg. De plus, les équipes du secrétariat et des services techniques ont dû être fortement réduites et le bâtiment de physique complètement vidé pour laisser la place à une autre

Faculté. En tant que directeur de l'Institut, c'était une période difficile.



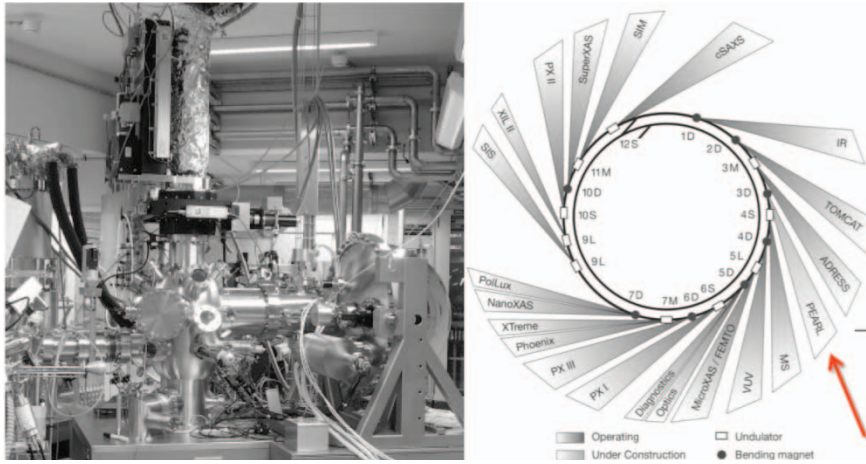
Le groupe en octobre 2013 avec la nouvelle machine en construction. De gauche à droite. Derrière : P. Aebi, E. Razzoli (postdoc), B. Hildebrand (doctorant) et T. Jaouen (postdoc). Devant : S. Schöpfer (étudiant en MSc) et G. Monney (doctorant). Au centre : C. Didiot (postdoc). Manquent : N. Mariotti et Z. Vydrova (doctorants en fin de thèse).

Pour redémarrer les expériences déménagées de Neuchâtel, une nouvelle période de construction a commencé. Cela a été possible uniquement grâce au soutien indispensable et formidable d'Oswald Raetzo, de son atelier mécanique et de Francis Bourqui. Il a été alors possible d'organiser des fonds pour renouveler complètement notre expérience de photoémission. En effet, la Faculté a mis à disposition un crédit d'installation qui m'a permis d'aller vers le Fonds National et finalement vers FriMat et la Fondation Adolphe Merkle qui a généreusement cofinancé le projet.

Actuellement ce grand projet de construction est en route. A nouveau, rien ne serait possible sans l'aide de l'atelier, d'Oswald et de Francis. Même si la construction prend plus de temps que prévu, on constate à tous les niveaux la valeur éducative inestimable d'un projet d'une telle ampleur. La nouvelle expérience incorporera trois sources de lumière dont un laser et il sera possible de regarder le même échantillon avec la photoémission et la microscopie à effet tunnel, sans passer par un transfert à l'air.

Au même moment de notre arrivée à Fribourg, un consortium, dont nous faisons parti (PSI, UniZH, EMPA, UniBas, UniFR), s'est formé pour construire une nouvelle ligne de lumière avec une station expérimentale, nommée PEARL, à l'Institut Paul Scherrer (PSI). Deux anciens du groupe de Louis Schlapbach à Fribourg font aussi partie de ce consortium, Thomas Greber, maintenant à l'UniZH et

Roman Fasel, maintenant à l'EMPA. Cette station nous permettra de faire des expériences de diffraction de photoélectrons avec une énergie de photons variable.



Ligne de lumière PEARL construite par le consortium à la « Swiss Light Source » au PSI. Photo de la station expérimentale (à gauche) et du layout de l'ensemble des lignes de lumière au PSI (à droite). La flèche indique l'emplacement de PEARL au tour du synchrotron.

Les matériaux que nous étudions sont produits d'une part par des collaborations externes, comme par exemple les composés d'ondes de densité de charge (CDW) (H. Berger, EPFL et A. Ubaldini, UniGE) et, d'autre part, par évaporation in situ et auto-assemblage sur des surfaces monocristallines. Le principal intérêt d'étude pour les ondes de densité de charge réside dans la compréhension du mécanisme qui dirige la formation de ces CDW. L'évaporation in situ de couches minces a été exploitée pour étudier l'auto-assemblage de nanostructures sur des surfaces de Silicium, comme par exemple les chaînes atomiques, et la formation de blocs élémentaires spécifiques qui stabilisent ces surfaces.

Le matériau CDW que nous étudions en particulier est le TiSe_2 . Ce cristal est formé par répétition de couches hexagonales de Ti prises en sandwich entre des couches de Se (... Se-Ti-Se-Se-Ti-Se-Se ...). Le composé est quasi bidimensionnel et les mesures de résistivité en fonction de la température montrent un maximum proche de la température critique à laquelle le réseau cristallin se déforme pour créer la CDW.

Dans nos études, nous essayons de comprendre quelle est l'origine de cette transition de phase. Par quel mécanisme les électrons parviennent-ils à gagner de l'énergie pour compenser l'énergie élastique nécessaire pour déformer le réseau cristallin ? Pourquoi la résistivité présente-t-elle un maximum ?

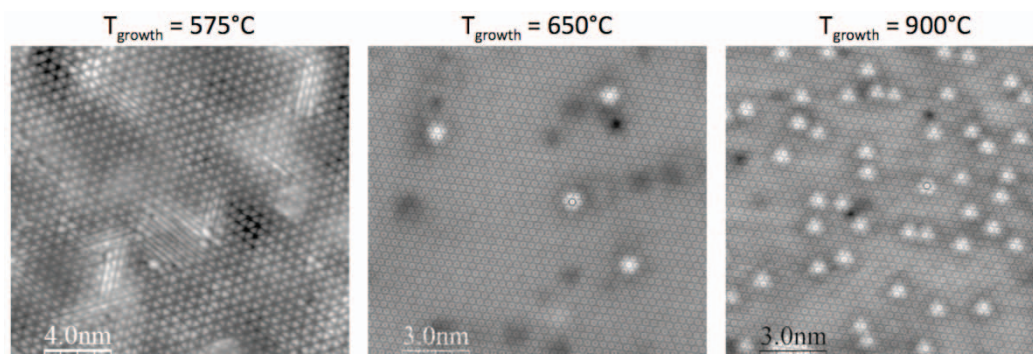
Une idée intéressante vient de la théorie de la supraconductivité conventionnelle, la théorie BCS (selon les noms de ses créateurs, Bardeen, Cooper, Schrieffer). Dans cette théorie, la supraconductivité est induite par la condensation de paires d'électrons (paires de Cooper). Pour le TiSe_2 il est question de formation ou de condensation de paires électrons-trous. Une réduction du nombre de

porteurs de charges couplée à la formation de quasi-particules sans charge (paires électrons-trous) expliquerait l'augmentation de la résistivité.

En collaboration avec H. Beck, professeur émérite de l'Université de Neuchâtel, et C. Monney, Institut Fritz-Haber à Berlin, nous étudions cette question en comparant des calculs théoriques avec des mesures de photoémission. Ce qui est intéressant est que les effets de la transition de phase peuvent déjà être observés au-dessus de la température critique et nous pouvons modéliser les données expérimentales avec des fluctuations.

Le TiSe_2 est aussi intéressant parce qu'il peut être dopé. D'un côté par une intercalation avec d'autres éléments. Par exemple, l'intercalation avec du cuivre le rend supraconducteur. Le TiSe_2 devient aussi supraconducteur s'il est mis sous pression. D'un autre côté, la croissance du cristal à des températures différentes induit un effet d'auto-dopage au sens où la concentration de Ti varie de l'ordre du pourcent, donc très peu, mais suffisamment pour perturber la CDW.

A l'aide du microscope à effet tunnel ces variations minimales peuvent être mesurées, car si sur une surface de dix atomes sur dix (donc 100 atomes) il y en a un qui manque (une lacune ou un défaut), cela est facilement détectable. Le but de notre étude est de comprendre comment un défaut peut influencer ou, finalement faire disparaître la CDW. Avec un peu de chance, nous pourrions en tirer des enseignements sur la création de la CDW et la formation possible des paires électrons-trous.



Mesures de microscopie à effet tunnel effectuées sur le TiSe_2 . De gauche à droite : Changement de la température de croissance du cristal. A $T=575^\circ\text{C}$, avec un bias de -0.1 V les états occupés sont montrés et la CDW est visible, ainsi que les effets des défauts. Les images avec $T=650^\circ\text{C}$ et 900°C prises avec un bias de -1 V montrent que plus la température est haute, plus il y a de défauts.

• LA RADIOTHÉRAPIE ROTATIONNELLE À L'HÔPITAL FRIBOURGEOIS

• Pierre-Alain Tercier

Comme vous l'avez déjà appris dans un précédent numéro du photon, je suis physicien médical dans le service de radio-oncologie de l'hôpital fribourgeois (HFR) à Fribourg même.

Ces dernières années, dès fin 2011 et jusqu'à aujourd'hui, ont été particulièrement importantes pour le service. En effet, une « vieille machine », installée en 1994 commençait à montrer de plus en plus de problèmes mécaniques et devait être changée. Il s'agissait d'un accélérateur linéaire médical d'électrons de la firme Varian (<http://www.varian.com>). Le nom de cette firme n'est rien de moins que le nom des deux frères Russel et Sigurd Varian qui fondèrent l'entreprise en 1948 pour commercialiser leur invention de 1937 : le klystron (un amplificateur haute-fréquence pour générer des micro-ondes). Au départ, le klystron permettait de faire fonctionner les radars et après la guerre, des applications moins militaires telles que les accélérateurs linéaires médicaux furent inventés par cette compagnie proche de l'université de Stanford en Californie. Pour la petite histoire, on raconte que Russel le physicien testait les prototypes de radar (contenant le klystron) sur l'avion de Sigurd le pilote. Je trouve l'anecdote trop belle pour ne pas la narrer, mais fermons quand même cette parenthèse.

Dès son arrivée en 2008, le Professeur Allal, radio-oncologue, avait lancé les premiers jalons pour remplacer la machine la plus vieille. Nous nous trouvions jusqu'en 2011 avec un Clinac (contraction de CLInical LINear Accelerator) de 1994 et un de 2004. Ces deux machines étaient alignées en énergie ce qui veut dire que les énergies de faisceaux sont ajustées afin d'être identiques jusqu'à la précision de mesure atteignable. Cela permet de changer de machines sans aucune conséquence pour les patients en cas de maintenance ou de panne. Le remplacement de l'ancien Clinac par un nouveau devait tenir compte de cette particularité et faire en sorte que l'on retrouve ceci pour le confort des patients.

L'arrêt d'une machine pour lancer les travaux de remplacement et le nombre de patients traités par jour à l'HFR (seul centre de radio-oncologie du canton) étaient quelque peu incompatibles. Il aurait fallu allonger les journées et convoquer des patients très tôt le matin avant 7h00 et jusqu'à 20h30 au moins. Un rendez-vous pour une séance de traitement dure une quinzaine de minutes en général. Du coup cela ne permettait même pas d'absorber les pointes d'environ 70 patients/jour dans les périodes particulièrement chargées, sans compter le temps des médecins qui font les différents contrôles sur les machines hors présence des patients. Le fait que d'ores et déjà les deux Clinacs étaient bien occupés et pour éviter les longues journées pour les collaborateurs et les patients amena l'idée naturelle suivante : il fallait une machine de traitement supplémentaire sur laquelle on puisse délester le nombre de patients à traiter sur la machine restante.

1. TomoHD de la firme Accuray

Cet accélérateur linéaire d'un type très différent des Clinacs Varian fut installé en octobre 2011. Il consiste en un accélérateur linéaire compact embarqué sur la partie rotative de la machine. De ce fait, les traitements se font en rotation en enroulant une hélice autour du patient pendant que la table avance dans le tunnel de la machine. On aperçoit sur la photo de la figure 1 l'accélérateur dessiné au trait. Il tourne à une période de 12 à 60 secondes par tour selon les traitements. La figure 2 représente l'installation de Fribourg. Cette TomoHD de la firme Accuray (<http://www.accuray.com>) d'un type nouveau était la première en Europe utilisée en clinique. Les premiers patients ont été traités sur cette machine en décembre 2011. Cela donnait l'espace nécessaire pour démarrer les travaux de changements des autres machines dès mars 2012.



Figure 1. Principe du TomoHD d'Accuray.



Figure 2. TomoHD de Fribourg

2. Deux Truebeams de la firme Varian

Vous avez bien lu, le projet de changement du vieux Clinac s'est transformé en achat de deux nouvelles machines. La raison a déjà été mentionnée : pour que les machines restent alignées en énergie, trop de temps s'est écoulé entre la génération de 1994 et d'aujourd'hui. La firme devait pratiquement changer toute la partie accélératrice de la machine de 2004 pour obtenir deux systèmes équivalents. En particulier les énergies de nos vieilles machines étaient trop élevées par rapport au standard actuel. Il fallait dégrader l'accélération pour revenir sur des énergies plus faibles. Bref, deux machines neuves pour le prix d'une et d'une grosse mise-à-jour compliquée a été le marché proposé. En même temps, selon la loi sur les marchés publics, la concurrence existant pour ce type d'accélérateur linéaire, a eu la possibilité de proposer un système équivalent. Toutefois, la firme Varian a été retenue avec les nouveaux accélérateurs appelées « Truebeam ». Le premier Truebeam au monde ayant été installé en 2009 à l'hôpital universitaire de Zürich. Ceci bien avant sa commercialisation datant de 2010-2011.



a)



b)

Figure3. a) L'accélérateur Truebeam installé en mai 2012 est appelé « Jaune » dans notre jargon. Il tient son nom de la couleur des murs de la salle. b) Son jumeau installé en octobre 2012 est appelé « Orange » pour les mêmes raisons.

L'apport de ces deux nouveaux accélérateurs réside dans l'introduction beaucoup plus systématique des traitements par modulation de l'intensité des faisceaux conjointement à une ou deux rotations. Auparavant les traitements les plus sophistiqués étaient modulés sur des angles fixes (5 à 7 faisceaux). Dorénavant on irradie en modulant pendant que la machine tourne. Elle ne peut pas tourner plus qu'un tour avant d'arriver en bout de course (passage des câbles). Ainsi on effectue le retour avec un deuxième arc dans les cas les plus compliqués. A raison d'un tour par minute, en une ou deux minutes, le traitement à proprement parlé est effectué. En fait avant cela il faut positionner le patient et vérifier par les systèmes d'imagerie embarqués que le patient est correctement en place. Ce qui prend un quart d'heure pour le tout. Ce type de traitement s'appelle radiothérapie avec modulation d'intensité rotationnelle. C'est un nom un peu long pour lequel on préfère son acronyme anglais VMAT (Volumetric Modulated Arc Therapy).

Le deuxième apport essentiel réside dans un système de mesure du cycle respiratoire du patient et d'asservissement de la machine à ce cycle. C'est une grande différence avec la TomoHD pour laquelle le traitement par hélice est incompatible avec une surveillance du cycle respiratoire. On l'exploite de deux manières différentes. Premièrement le blocage respiratoire pour traiter les seins gauches par exemple (en gonflant ses poumons la patiente écarte le sein du coeur et peut ainsi bénéficier d'une meilleure protection de cet organe vital). Pour une tumeur se déplaçant dans le poumon pendant la respiration, on définit une partie du cycle où l'on désire traiter et la machine arrêtera le faisceau hors de la phase validée pour le traitement. Le patient respire normalement pendant ce type de traitement et cela fonctionne même pour les traitements rotationnels pour lesquels la machine recule de quelques degrés lorsque la phase validée se ferme et attend de repartir en anticipant légèrement pour être à la bonne vitesse au moment de l'entrée de la phase d'irradiation suivante.

3. En résumé

On peut dire que la TomoHD présente les gradients les plus francs entre régions de doses élevées et faibles et dans les géométries les plus complexes. Cela en fait l'outil idéal pour des cancers ORL entre autres. Quant aux Truebeams, ils sont jumelés, ce qui met les patients à l'abri des pannes. De plus ils atteignent des débits plus élevées, des temps de traitements plus courts et certaines géométries inapplicables avec la TomoHD et surtout un « monitoring » de la respiration. Ceci rend le plateau technique fribourgeois particulièrement complémentaire et unique. Aucun autre centre ne dispose pour l'instant en Suisse de Truebeam conjointement à une TomoHD.

Par rapport à la radiothérapie conformationnelle telle que pratiquée à Fribourg jusqu'en 2008, la radiothérapie avec modulation d'intensité rotationnelle augmente fortement la conformation entre la distribution de dose et la tumeur. Ainsi les organes à risque avoisinant sont bien mieux épargnés.

Tableau récapitulatif : voir page suivante

Pour l'aspect des physiciens de l'HFR, nous sommes au nombre de trois maintenant (moi même engagé en 2005, Olivier Pisaturo engagé pour la TomoHD en 2011 et Frédéric Miéville engagé en 2013 - tous docteurs es sciences issus du CHUV de Lausanne). Le Dr. Pierre Bourgeois physicien fondateur du service en 1994 (avec le Professeur Hoogewoud et la Doctoresse Wellmann retraitée en 2008 et remplacée dès lors par le Professeur Allal) est parti à la retraite en mars 2013. Il nous a fait ce magnifique cadeau de ne partir qu'une fois que toutes les machines étaient bien implantées en clinique. Merci à lui !

	2 Anciens Clinacs (Varian)	TomoHD (Accuray)	2 Truebeams (Varian)
Entrée en fonction	1994 et 2004	2011	2012
Dé-commission en	2012	-	-
Imagerie embarquée	Seul le Clinac de 2004	MV-CT	CT faisceau large + kV
Modulation d'intensité en incidence fixe	Oui (dès 2008)	Oui	Oui
Mode en hélice	-	Oui, modulation plus complète qu'un Clinac/ Truebeam	-
VMAT	Débit de dose unique et vitesse du bras constante	-	Oui avec débit et vitesse variable
Suivi respiratoire	-	-	Oui
Amplificateur de RF pour l'accélération des électrons	Klystron	Magnétron	Klystron
Énergies de photons avec cône égalisateur	6 et 20MV	-	6, 10 et 15MV
Énergies de photons sans cône égalisateur		6MV	6 et 10 MV
Énergies d'électrons	6, 9, 12, 15, 18 et 22 MeV	-	6, 9, 12, 15, 18 et 22 MeV

Tableau 1. Récapitulatif de quelques données caractéristiques des accélérateurs de l'HFR.

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

• Didier CASTELLA



La physique est une science certes, mais pour ma part, elle est avant tout un mode de réflexion, une logique d'approche qui m'a toujours accompagné dans les nombreuses et différentes activités que j'ai menées à ce jour. Vouloir comprendre les mécanismes, donner réponse au pourquoi, au comment, m'a ouvert l'esprit à des domaines aussi variés que les sciences, la gestion de projet, la conduite d'entreprises et la politique.

J'ai entamé mes études à l'Université de Fribourg dans le Département de Chimie en 1989. En fin de première année, je me suis rendu à l'évidence que l'apprentissage de la physique correspondait mieux à mes attentes et satisfaisait plus ma curiosité. Plus généraliste que spécialiste, mon besoin de toucher à tout, de comprendre le fonctionnement de notre société m'a enclin à bifurquer vers une formation à l'éventail très large : la physique.

Ma période de diplôme et de doctorat restera à jamais gravée en moi comme une parenthèse particulière et très heureuse de ma vie. Je bénéficiais de temps libre, d'une liberté énorme et j'en ai largement profité pour m'adonner à nombres d'activités. J'ai vécu cette période « Carpe Diem » avec plaisir et délectation. Déjà actif en sport, dans la vie sociale et en politique, ce goût pour l'hyperactivité m'a poursuivi et ne m'a pas encore quitté.

Après un travail de diplôme sous la conduite du prof. Dousse, j'ai rejoint son groupe pour étudier un phénomène inexpliqué d'absorption de gaz dans des films polymériques sous différents types de radiations. Entre physique molle, physique des fluides, physique atomique et chimie des polymères, mon penchant pour la multidisciplinarité fut comblée. Je garde un excellent souvenir de l'esprit de camaraderie et de solidarité qui caractérisait notre groupe lors des longues nuits passées au Paul Scherrer Institut notamment. Cette convivialité fut notamment cultivée lors des apéros traditionnels du vendredi partagés avec le Prof. Jean Kern.

Heureux père et mari au moment de ma défense de thèse, je l'ai achevée en 1999 en parallèle d'un emploi à plein temps dans une entreprise fribourgeoise : Boschung Mecatronic. Durant près de 2 ans, j'ai été plongé dans le monde fascinant de la physique et chimie de l'eau, de la science des matériaux, à développer des modèles thermiques et météorologiques pour intégrer des sondes et des stations météo dans, sur et autour des autoroutes.

Décrire et prédire l'état de la chaussée en situation hivernale constitue un défi passionnant et complexe.

Habité par la ferme volonté de parfaire mon allemand très lacunaire, j'ai ensuite complètement changé de domaine pour rejoindre, à Berne, un groupe spécialisé dans la protection électromagnétique au sein du Département Sciences et Technologie de l'armée suisse. Durant une période marquée par les incessantes restructurations, j'ai évolué au sein de l'entreprise en reprenant la conduite du centre de compétence rayonnement non ionisant, puis une fonction de cadre au sein d'armasuisse dans le domaine spécialisé « communication et protection électromagnétique ». Durant cette période, j'ai eu la chance de pouvoir me former sur le plan technique et scientifique notamment, mais également en accomplissant des formations certifiées en management de projet et gestion d'entreprises. Je viens de changer d'orientation pour rejoindre le secrétariat général du DDPS auprès du département « Environnement et territoire » avec la responsabilité stratégique des domaines « Energie, Mobilité, Eau, Rayonnement non ionisant et Air ». Un nouveau métier, des thèmes variés et de nouveaux contacts qui ouvrent de nouvelles perspectives de développement professionnel.

Sur le plan privé, entouré de 4 femmes (3 filles et mon épouse), il n'y a pas de place pour l'ennui. L'âge de l'adolescence aidant, les sujets de discussions et les activités ne manquent pas d'égayer quotidiennement notre ménage. Enfin du côté des loisirs, je pratique du sport (ski, jogging, vtt). La participation à différentes courses d'endurance en VTT du type « Bergi Bike » ou « Grand Raid » dans des décors naturels magnifiques sont des moments que j'affectionne particulièrement.

Actif en politique, après 11 ans de service en tant que vice-syndic dans la commune de Gruyères, je suis actuellement député au Grand Conseil et Président du parti cantonal fribourgeois PLR. Cette activité riche en relations, connaissances et émotions m'a permis de m'ouvrir de manière constructive à un milieu que l'on regarde trop souvent avec le seul regard critique. On y apprend la remise en question, l'ouverture à des visions et opinions différentes, la difficulté de communiquer et l'art de la persuasion. Assumer les critiques, être confronté à des situations surprenantes, heureuses ou tristes, prendre des décisions parfois difficiles, voir douloureuses constituent également une belle école de vie comme l'Université en fut une.

En conclusion, c'est bien la passion, l'envie de découvrir et de partager qui a conduit ma vie dans des paysages variés mais toujours plaisants.

« La poésie est la mathématique du langage et de l'existence, le roman en est la physique. » (Marc Gendron)

Didier Castella

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

• Laurent GENILLOUD



Après une maturité « Type C » effectuée en 1992 au Collège St-Michel et un penchant éprouvé depuis plusieurs années pour la physique, c'est tout naturellement que je m'inscris à la section du même nom à l'Université de Fribourg. Je garde un excellent souvenir de ces années d'études dans cet

Institut où les interactions entre élèves, professeurs et assistants étaient prolifiques et contribuaient à une meilleure assimilation des difficiles matières enseignées.

Je ne saurais me rappeler ce qui m'a poussé à effectuer mon travail de diplôme puis celui de thèse dans le groupe « PAN » dirigé par le professeur Jean Kern, mais toujours est-il que c'est dans le domaine de la physique nucléaire que j'ai passé les quatre années suivantes. Nous y étudions la structure de certains noyaux atomiques en mesurant précisément l'énergie de photons gammas issus de différentes interactions. Les expériences étaient alors réalisées au PSI à Villigen, à l'ILL à Grenoble et à l'université du Kentucky. La fin de ma thèse coïncida malheureusement avec le décès de notre mentor le Prof. Kern et le départ de mon Doktorvater Jan Jolie pour l'Université de Köln, université alors beaucoup plus intéressée que notre Alma Mater à nommer ce dernier comme professeur ordinaire !

Décidé à quitter le domaine académique et à bifurquer dans le domaine industriel, j'ai eu la chance d'être engagé en 2000 au centre R&D du Swatch Group à Marin, connu par les initiés sous le nom d'Asulab. Adieu photons de hautes énergies keV et MeV et bonjour aux photons du domaine visible; en effet je fus engagé afin de développer des capteurs d'images en technologie CMOS. A cette époque les capteurs CCD régnaient encore dans le domaine des appareils photographiques numériques et les téléphones portables n'étaient utilisés... que pour téléphoner. Le but de ce développement était de pouvoir utiliser ce capteur dans une montre appareil photo où les composants principaux (capteur et écran) devaient se démarquer par leur très faible consommation. Je dirigeais alors une petite équipe de 3 électroniciens et nous avons réalisés différents circuits intégrés.

Désirant trouver un travail à la fois plus proche de mon domicile de Romont et, où les développements arrivent plus souvent et rapidement dans des produits

réels, je quittai Asulab en 2006 pour Contrinex où je retrouvais deux anciens « collègues » de l'université, Charly Rhême qui officiait à l'époque comme électronicien dans le groupe de physique Atomique et Marc de Huu, un très bon ami avec lequel je partageais à l'uni un bureau le temps de son travail de diplôme. A nouveau ce sont les photons qui constituaient les signaux principaux car je dus développer un tout nouveau produit pour Contrinex, une barrière immatérielle de sécurité où le rayonnement est formé par de la lumière, mais cette fois la couleur des photons était infrarouge. Mes compétences acquises chez Asulab dans le domaine de la micro-électronique trouvèrent alors un très bon champ d'application. Je profitai aussi de faire venir chez Contrinex plusieurs de mes collègues d'Asulab (quatre pour être précis !).

Il semblerait que seul un ancien du groupe PAN puisse être nommé en tant que responsable du département R&D chez Contrinex... En effet, Charly Rhême occupa ce poste durant de nombreuses années jusqu'à sa retraite et je succédai à Marc de Huu il y a deux ans. Vingt-quatre collaborateurs forment ce département qui est subdivisé en quatre groupes : développement de circuits intégrés, sécurité-software-RFID, développement mécanique, capteurs. Bien que les principes des capteurs de proximité inductifs, les modules RFID et autres produits développés chez Contrinex soient intimement liés à l'électromagnétisme, je n'ai malheureusement que peu de temps à consacrer à la physique. Ne pratiquant plus mon métier de physicien, manquant particulièrement de bases et ayant des lacunes pour pouvoir me qualifier d'électronicien, je n'arrive plus désormais à répondre à la question : « quelle est votre profession ? » ! Toujours est-il que je me passionne pour cette fonction qui consiste à diriger des ingénieurs dans le domaine du développement électronique.

Sans regretter l'époque de mes études, j'éprouve toujours une certaine nostalgie lors de la consultation épisodique d'un très beau livre de physique (tel le Cohen-Tannoudji) ou à la vision de l'équation de Schrödinger ...

Voici quelques mots concernant ma vie de famille. Né à Romont, j'y habite toujours et nous y avons bâti une maison avec ma femme Catherine qui était déjà à mes côtés lors de mes études. Vous pourriez me croiser sur les routes du canton et d'ailleurs, que j'occupe à l'occasion de mon hobby favori: le vélo. Nous avons deux enfants, une fille de 9 ans: Erine et un garçon de 7 ans: Maël. Encore trop tôt, bien sûr, pour dire quelle voie ils vont suivre !

Laurent Genilloud