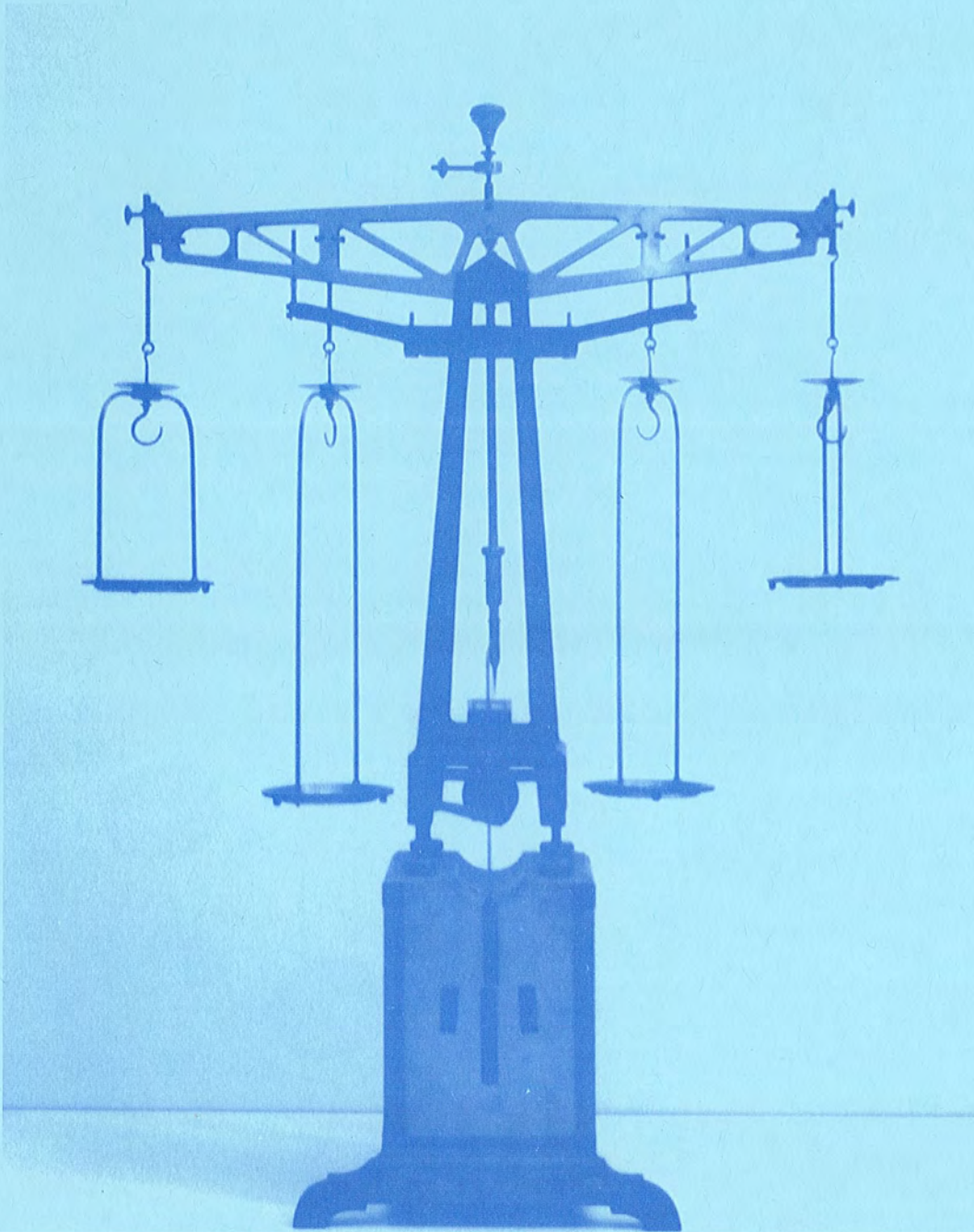


# LE PHOTON

No 12 - 2001 -

Bulletin de l'Association des Anciens Etudiants et Collaborateurs du



Département de Physique de l'Université de Fribourg



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

---

<b>A. Raemy,</b>	Président Ch. Crausaz 56, 1814 La Tour-de-Peilz
<b>J. C. Loup,</b>	Vice-Président
<b>Ch. Murith,</b>	Caissier
<b>B. Overney,</b>	Rédacteur (français)
<b>L. Schellenberg,</b>	Rédacteur (allemand)
<b>L. Schaller,</b>	Membre
<b>J. C. Dousse,</b>	Membre
<b>Ph. Aebi,</b>	Membre

Secrétaires du Photon: Mme M. Zbinden-Barras  
Institut de Physique, Pérolles, 1700 Fribourg  
e-mail: marianne.zbinden@unifr.ch  
Mme B. Kuhn-Piccand  
Institut de Physique, Pérolles, 1700 Fribourg  
e-mail: bernadette.kuhn-piccand@unifr.ch



## *Editorial*

Et voici le Photon No 12, premier Photon du nouveau siècle.

Cette année 2001 nous permet de commémorer plusieurs événements scientifiques. Il y a deux cents ans, le physicien allemand Johann Wilhelm Ritter découvrit le rayonnement ultraviolet. En 1876, il y a cent vingt cinq ans, l'Allemand Karl von der Linde inventa la machine de congélation, ancêtre du congélateur, qui fonctionnait sur le principe de la liquéfaction de l'ammoniac par compression. Il y a un siècle exactement, le 23 janvier 1901, le physicien italien Guglielmo Marconi établit la première liaison radio à longue distance. Toujours en 1901 naissait à Rome le grand physicien nucléaire italien Enrico Fermi et le 10 décembre de la même année, les premiers prix Nobel de physique, de chimie et de physiologie étaient décernés à Stockholm. Il y a nonante ans, le phénomène de la supraconductivité fut découvert par Kammerlingh Onnes en étudiant le mercure ; la température de transition est de 4,15 K. Quant à la découverte de la supraconductivité sur des oxydes de cuivre du type Ba-La-Cu-O par Bednorz et Müller (température de transition : 32 K), elle date d'il y a quinze ans déjà. L'année 2001, quant à elle, restera tristement fameuse pour l'attaque terroriste du 11 septembre contre les Etats-Unis et l'effondrement des Twin Towers de New York.

Mais revenons au Photon 2001. Depuis l'article sur l'organisation de la Métrologie en Suisse - voir Photon No 2, 1991- nous n'avons plus eu de nouvelles de nos amis de Wabern. Un article de Bruno Vaucher vous permet aujourd'hui d'actualiser vos connaissances sur ce que nous appelions autrefois les „Poids et Mesures“.

La Section de surveillance de la radioactivité (SUER), qui nous avait été présentée dans le Photon No 2, 1991, nous fait le plaisir de développer deux thèmes d'actualité : la surveillance de la radioactivité de l'air (RADAIR) et l'uranium appauvri.

Si vous voulez en savoir plus sur le département de physique, vous serez informés par l'article traditionnel du Professeur Lukas Schaller ou aussi par le nouveau site Internet

<http://www.unifr.ch/physics>

Nous vous souhaitons bonne lecture et vous savons gré de nous soutenir encore une fois. Bonnes fêtes de fin d'année.

**Pour le Comité**

**A. Raemy, Président**



## Raum für neue Aufgaben und verbesserte Dienstleistungen

Mit der Inbetriebnahme der Erweiterungsbauten des Bundesamtes für Metrologie und Akkreditierung (METAS) im Mai 2001 wurde eine achtjährige Planungs-, Projektierungs- und Bauphase erfolgreich abgeschlossen. Die Neubauten erweitern die Nutzfläche der bestehenden Gebäude aus den Sechzigerjahren um gut die Hälfte auf 15 000 m<sup>2</sup>. Die Kosten belaufen sich auf 54.4 Millionen Franken.

### Raumprogramm

Die Erweiterungsbauten sind in vier funktionelle Einheiten gegliedert: Die öffentlich zugänglichen Räume wie Empfang, Vortragssaal, Schulungs- und Besprechungsräume, Cafeteria, Ausstellung und Bibliothek sind in einem ersten Trakt untergebracht. Unmittelbar dahinter schliesst ein Gebäude an mit den neuen Labors für Umweltmetrologie (Messen von Luftschadstoffen), Faseroptik, Thermometrie, Feuchtemessung, elektrische Energie und Büros.

Das gesamte Untergeschoss dieses Traktes beherbergt die umfangreichen Haustechnik- und Energieversorgungsanlagen. Eine anschliessende drei-geschossige Halle dient Messungen im Bereich der elektro-magnetischen Verträglichkeit (EMV), der Strassenverkehrs-messmittel und der Hochfrequenzmesstechnik.



*Die METAS-Erweiterungsbauten in Wabern schaffen die Voraussetzungen und die nötige Laborinfrastruktur für Dienstleistungen und Messungen höchster Genauigkeit für den Industrie- und Technologiestandort Schweiz.*

Ein vierter Trakt ist unterirdisch angelegt und den Fachgebieten Nanometrologie, Massebasis sowie Zeit und Frequenz vorbehalten, die auf höchst stabile Umgebungsbedingungen angewiesen sind, damit die Messungen überhaupt durchgeführt werden können.

### Architektonisches Konzept und Kunst am Bau

Das architektonische Konzept ist geprägt durch die Abgeschiedenheit der Messprozesse und der heutigen Öffnung des Amtes als Dienstleistungszentrum für die Öffentlichkeit und die Wirtschaft. Die kubische Gliederung des langgezogenen, dreigeschossigen Baus mit wenigen präzise formulierten Gestaltungselementen ist in erster Linie der Funktion verpflichtet. Durch die langgezogenen waagrecht angeordneten Fenster der Neubauten, welche die bereits existierende horizontale Linie der bestehenden Anlage übernehmen und mit dem komplementären Grün der Kupferfassade zum Backsteinrot der bestehenden Gebäude wird eine ausgewogene Gesamtanlage erreicht.

Die Sonnenstele, einzigartiges Kunstwerk vor dem Haupteingang des Neubaus, reflektiert das Geschehen im Bundesamt. Als Massstab aus Chromnickelstahl schafft sie den Bezug zum dimensionellen Messen, mit Blattgold überzogen wird sie zum Lichtkörper, zum Symbol für Radiometrie und Photometrie, mit ihrem Schattenwurf und den gewählten Abmessungen (60cm x 60cm x 24m) steht sie für die Zeitmessung,



## Stabile Laborbedingungen

Mit umfangreichen und aufwendigen Massnahmen wurden die notwendigen stabilen Umgebungsbedingungen für die anspruchsvolle Messtechnik geschaffen. Damit störende Vibrationen nicht in den Laborbereich übertragen werden, stehen die Labors im unterirdischen Trakt auf speziell dimensionierten Bodenplatten, die direkt auf dem natürlichen Kiesschotter fundiert und durch Fugen von den übrigen Konstruktionselementen getrennt sind. Zusätzlich sind die Zu- und Ableitungen der benötigten Medien elastisch befestigt und zwischen Labor- und Installationszone schwingungstechnisch abgekoppelt.

Die erforderliche Temperatur- und Feuchtestabilität - in den sensiblen Bereichen darf die Temperatur während den Messungen nicht mehr als ein Zehntel Grad vom Sollwert von 20 °C abweichen - wird durch Aufbereiten der Zu- und Umluft für die einzelnen Laboratorien (67 Monoblocs) sowie durch bauliche Massnahmen erreicht: An der besonnten Südfassade sind die Labors durch Büros thermisch abgeschirmt. Die besonders temperaturempfindlichen Messplätze sind im unterirdischen Trakt angeordnet. Zudem wird die thermisch ausgleichende Speicherwirkung der Bauteile - vor allem der Geschossdecken und Böden - ausgenutzt. Im Kühlbetrieb nehmen diese Bauteile Energie aus dem Raum auf, im Heizbetrieb wird dem Raum über diese Bauteile Wärme zugeführt. Der Energietransport zu und von den Bauteilen erfolgt über wasserführende Rohre in den Böden und Decken. Eine detailliertere Beschreibung der Neubauten ist in der Broschüre *Erweiterungsbauten* des Bundesamtes für Metrologie und Akkreditierung, Bern 2001 zu finden.

## Raum für die Metrologie und die Akkreditierung

Mit den Erweiterungsbauten sind die Voraussetzungen geschaffen worden, um neue Entwicklungen bzw. Projekte, die bis anhin aus Platzmangel zurückgestellt werden mussten, zu realisieren. Im Bereich der metrologischen Grundlagen führt METAS eine Reihe von Forschungs- und Entwicklungsprojekten durch. Das Bundesamt leistet damit einen der wirtschaftlichen Bedeutung der Schweiz entsprechenden Beitrag an die Weiterentwicklung der Metrologie und sichert sich seine messtechnische Fachkompetenz. Es wurden aber auch die dringend notwendigen verbesserten Laborbedingungen für die Messaufgaben mit gestiegenen Genauigkeitsanforderungen geschaffen. Die neuen Räumlichkeiten dienen auch der stark gewachsenen Schweizerischen Akkreditierungsstelle (SAS) und erlauben es, die Arbeitsabläufe effizienter zu gestalten.

Anhand einiger ausgewählter Beispiele sei der Nutzen für die Metrologie kurz aufgezeigt (für eine weitergehende Darstellung siehe *metINFO 1/2000* Zeitschrift für Metrologie, Vol. 8, 1/2000, Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung, Bern oder [www.metas.ch](http://www.metas.ch)).

## Nanometrologie

Die Nanometrologie beschäftigt sich mit der Längenmessung an sehr kleinen Objekten aus der Mikro-, Halbleiter- und Nanotechnologie. Die Messgrösse wird typischerweise in Nanometern

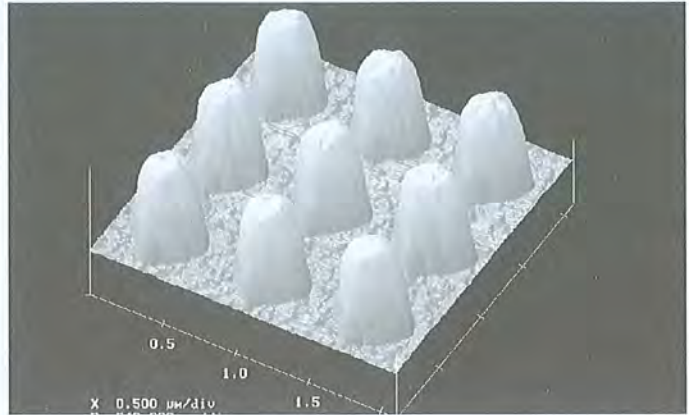


(1nm = 1 Millionstel mm) angegeben und die Messunsicherheiten sind häufig kleiner als 1 nm. Alle dabei eingesetzten Methoden sind im Prinzip Mikroskopietechniken verbunden mit Nanopositionierungssystemen und hoch genauen Positionsmessungen.

*Das Rasterkraftmikroskop tastet die Oberfläche mit einer sehr feinen Spitze ab. Mit den dabei gewonnenen Koordinaten kann die Oberfläche dreidimensional dargestellt werden.*

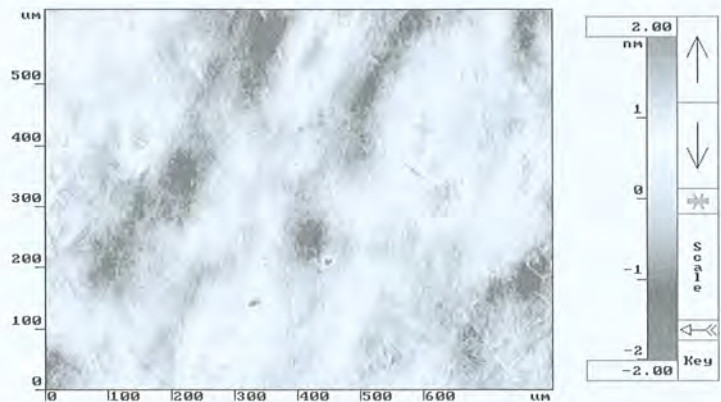


Um diesen in Zukunft stark zunehmenden Bedarf an Mess-möglichkeiten gerecht zu werden, wurde in den letzten Jahren bei METAS unter schwierigen Arbeits- und Mess-bedingungen ein Nanometrologielabor mit Messplätzen zur Kalibrierung von periodischen Gittern, Glasmassstäben und zweidimensionalen Photomasken sowie für Präzisionsmessungen an kleinsten dreidimensionalen Strukturen aufgebaut.



*Nanometermassstab: Bildausschnitt 0.002mm x 0.002mm, aufgenommen mit dem Rasterkraftmikroskop des METAS. Die hügelartige Erhebungen, deren mittlere Abstände mit einer Genauigkeit von 7 Milliardstel-Millimeter bestimmt werden können, dienen als Massstabsteiler.*

Für die Vermessung dieser äusserst empfindlichen Mikrostrukturen stehen nun drei Reinräume der Klasse 10 000 und für die Photomasken-Messmaschine zusätzlich eine Messkabine der Reinraumklasse 100 zur Verfügung, die auch bezüglich Vibrationsfreiheit und Klimastabilität den hohen Anforderungen genügen (mit der Reinraumklasse ist die Anzahl Partikel grösser als 0.5 µm auf maximal 10 000 bzw. 100 pro Kubikfuss spezifiziert).



*Ausschnitt aus einer polierten Saphieroberfläche (<1mm<sup>2</sup>): die Abweichungen von der Ebenheit betragen einige Millionstel Millimeter (blau: Vertiefungen, rot: „Berge“ bis zu 2 Millionstel Millimeter)*

Für die metrologischen Dienstleistungen im Bereich des dimensionellen Messens stehen zudem Labors für Winkel-, Oberflächen-, und Endmassmessungen, ein Labor für eine Dreikoordinaten-Messmaschine mit grösserem Messvolumen und erhöhter Genauigkeit als bisher sowie ein Laserlabor für die Realisierung der Längeneinheit Meter zur Verfügung.

### **Watt-Waage**

Mit dem Projekt Watt-Waage soll das Kilogramm, heute durch ein nicht mehr genügend stabiles materialisiertes Artefakt definiert, durch eine Rückverfolgung auf Naturkonstanten neu definiert werden. Eine grosse Bedeutung kommt dabei dem neuen Labor zu, insbesondere, was die Stabilität der Umgebungsbedingungen und die Isolation von unerwünschten Vibrationen bedingt.

### **Zeit- und Frequenz**

Um auch in Zukunft einen wichtigen Beitrag zur Erarbeitung der weltweit gültigen Zeitskala leisten zu können, arbeitet METAS zusammen mit dem Observatorium Neuchâtel intensiv an einem neuen Primärnormal, das die heutigen Atomuhren an Genauigkeit noch übertreffen soll. In den neuen Laborräumen wurden die Voraussetzungen geschaffen, um Umwelteinflüsse wie Temperaturschwankungen und Vibrationen klein genug zu halten.



## Analytische Chemie

Die neuen Labors der analytischen Chemie bieten die notwendigen räumlichen und qualitativen Voraussetzungen für Stoffmengenmessungen und den Gehalt von Referenzmaterialien im Bereich Luftschadstoffe. Dazu gehören insbesondere Messungen von Abgasen und Partikeln aus Verbrennungsprozessen, Ozonmessungen und die Reinheitsbestimmung von Referenzgasen.

## Hochfrequenztechnik

In den neuen Hochfrequenzlabors herrschen – im Gegensatz zu den früheren Verhältnissen in der Baracke – beste Bedingungen, Kalibrieranlagen für die wichtigsten Hochfrequenzgrößen wie Leistung, Impedanz und Dämpfung im Frequenzbereich von einigen kHz bis 50 GHz zu betreiben. In der neuen flexiblen EMV-Halle kann METAS künftig unter anderem auch Antennen kalibrieren, die zur Messung von nichtionisierender Strahlung in der Umwelt oder für Prüfzwecke im Labor verwendet werden.

*In der neuen EMV-Halle werden Antennen kalibriert und Prüflinge auf EMV-Verträglichkeit untersucht.*



Dr. Bruno Vaucher, Stv. Direktor, METAS  
Lindenweg 50, CH-3003 Bern-Wabern  
Tel.: 031/ 32 33 202  
e-mail: [bruno.vaucher@metas.ch](mailto:bruno.vaucher@metas.ch)

\*\*\*\*\*

## HONNEURS

Nous vous signalons que votre président Alois Raemy a obtenu le prix Calvet 2001 de l'Association Française de Calorimétrie et d'Analyse Thermique (AFCAT). Décernée tous les deux ans, cette distinction - une médaille frappée à l'effigie de E. Calvet et dont l'envers est gravé au nom du lauréat - perpétue le souvenir du Professeur Edouard Calvet de Marseille, en reconnaissance du rayonnement mondial qu'il a su donner à la microcalorimétrie. Elle récompense un chercheur „ayant fait des travaux remarquables en calorimétrie et en analyse thermique“. A ce sujet, voir: <http://www.afcat.org>

Bernard Overney



\*\*\*\*\*



## RADAIR, le nouveau réseau suisse de surveillance de la radioactivité de l'air

Peut-être vous êtes vous déjà demandé ce que contient cette «verrue» qui a poussé sur le toit du bâtiment de l'Institut de Physique... Une antenne de la CIA ? Un abri provisoire pour professeurs sans-papier ?



**Figure 1:**

Une «verrue» sur le toit de l'Institut de Physique

Tout faux ! Ceux qui ont assisté, le 4 juillet 2001, à la fête d'inauguration qu'a donnée au grand auditoire l'Office fédéral de la santé publique (OFSP, Bundesamt für Gesundheit BAG) le savent bien: il s'agit de la station de mesure de Fribourg de RADAIR (Réseau Automatique de Détection dans l'Air d'Immissions Radioactives).

La dissémination à grande échelle de la radioactivité libérée lors d'un accident s'effectue presque uniquement par l'air. Au cas où la notification par le pays d'origine aurait été omise ou retardée comme lors de l'accident de Tchernobyl, il est primordial que l'OFSP dispose d'un système permanent de surveillance de la radioactivité de l'air. Le nouveau réseau RADAIR permet de détecter automatiquement une augmentation significative et d'alerter dans la demi-heure le service compétent ou, selon la gravité, la Centrale nationale d'alarme (CENAL, Nationale Alarmzentrale NAZ).

Le réseau comprend 11 stations disposées près de la frontière et en altitude, formant ainsi une sorte de parapluie au-dessus de la Suisse. La Principauté du Liechtenstein s'étant associée à la réalisation, une station est située dans sa capitale Vaduz.



**Figure 2:**

Les stations de mesure du réseau RADAIR sont disposées, comme une sorte de parapluie, autour de la Suisse et en altitude

Les 11 moniteurs d'aérosols (Figure 3) aspirent en continu l'air extérieur à travers un filtre déroulant en fibre de verre (débit de 10 m<sup>3</sup>/h). Un détecteur à scintillation (plastique et sulfure de zinc) mesure les rayons bêta et alpha émis par les poussières collectées. Deux fois par heure, la concentration d'activité bêta d'origine artificielle est calculée par compensation à partir de l'activité bêta brute et de l'activité alpha d'origine naturelle (produits de désintégration du radon). La limite de détection pour l'activité artificielle atteint ainsi 0.5 Bq/m<sup>3</sup> (pour ceux qui ont tout oublié du cours de Monsieur Kern, un Bq = une désintégration par seconde). Une source radioactive incorporée permet d'effectuer à distance un contrôle de fonctionnement mensuel.





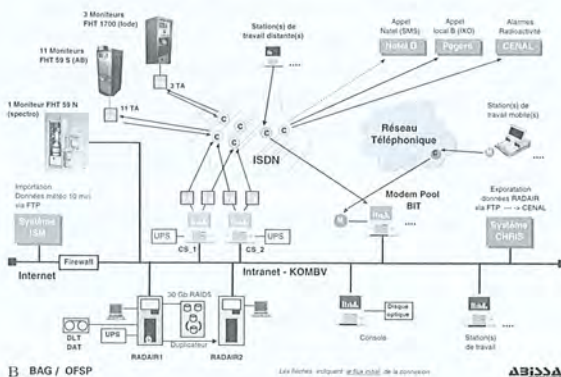
**Figure 3 :**  
*Un des 11 moniteurs d'aérosols*

En complément des moniteurs d'aérosols, trois stations spéciales situées à l'ouest, au nord-est et au sud du pays (voir carte Figure 2) sont équipées d'un moniteur d'iode; elles peuvent ainsi détecter une éventuelle contamination de l'air par de l'iode radioactif I-131 sous forme purement gazeuse. Enfin la station de référence de Fribourg analyse en continu par spectroscopie gamma la composition de la radioactivité des aérosols à l'aide d'un moniteur FHT 59N (Figure 4).



**Figure 4:**  
*Le moniteur spectroscopique de Fribourg, avec son détecteur au germanium, analyse en continu la composition de la radioactivité des aérosols accumulés sur le filtre déroulant*

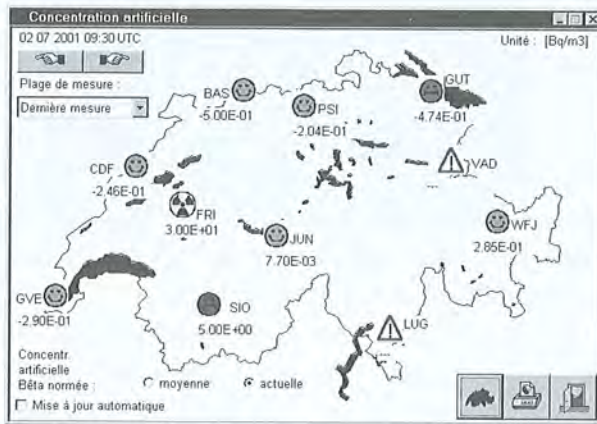
La Figure 5 montre la structure du réseau. Toutes les trente minutes, la centrale située à l'Institut de Physique interroge les stations de mesure à travers les serveurs de communication redondants et le réseau ISDN. Elle collecte les données, les analyse et les mémorise dans la base de données du serveur. Une application développée pour l'OFSP gère en temps réel les diverses tâches de la centrale: l'administration du réseau, les travaux périodiques, l'importation en continu de données météorologiques de l'ISM (SwissMeteo), l'exportation de données vers le système CHRIS de la CENAL, les sauvegardes et archivages, la détection d'éventuelles alarmes et anomalies de fonctionnement, et la diffusion des messages appropriés (utilisateurs, CENAL/NAZ, pagers).



**Figure 5:**  
*Structure du réseau et télécommunications*

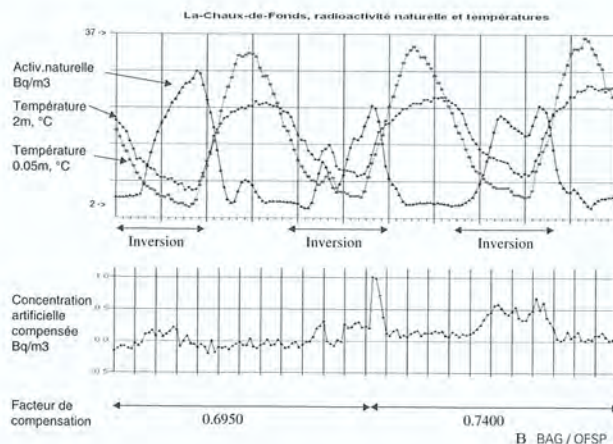


Les utilisateurs internes (OFSP) et externes se connectent à la centrale à travers le réseau de la Confédération ou l'ISDN, à l'aide d'une application client dédiée installée sur des PC's conventionnels. Ils peuvent analyser et observer les données à l'aide de nombreux outils numériques, statistiques et graphiques; la Figure 6 montre un exemple de carte de surveillance. Les opérateurs de l'OFSP disposent en plus des moyens nécessaires à recalculer, muter et valider les données, ainsi que de déclencher leur exportation vers la CENAL; ils sont ainsi à même d'assurer un suivi quotidien de leur qualité.



**Figure 6:**  
*Application client RADAIR, vue d'ensemble des concentrations de radioactivité, avec des alarmes simulées*

La Figure 7 montre un exemple d'une telle opération: le mécanisme automatique du calcul de l'activité artificielle par compensation de l'activité naturelle est parfois perturbé par les importantes fluctuations de concentration de l'activité naturelle (souvent de 1 jusqu'à plus de 50 Bq/m<sup>3</sup>); ces augmentations sont en général provoquées par l'accumulation de poussières (et donc de radioactivité) en dessous du «couvercle» de l'inversion nocturne (bien visible en automne comme une couche de brouillard proche du sol). En recalculant les données avec un autre facteur on peut améliorer la compensation. Les opérateurs peuvent aussi, par des fonctions de télémaintenance étendues, vérifier et le plus souvent rétablir à distance le bon fonctionnement des stations de mesure.



**Figure 7:**  
*Chaque nuit par ciel clair, la radioactivité naturelle s'accumule près du sol à cause de l'inversion des températures; ceci perturbe la compensation automatique, car l'âge moyen des filles du radon change. Les données sur la partie gauche ont été recalculées avec un facteur mieux adapté à cette situation.*

Louis Ribordy, OFSP



## Wissenswertes zum Thema «Abgereichertes Uran» (DU)

*Was ist abgereichertes Uran – Depleted Uranium (DU) und wozu wird es verwendet ?*

Uran ist ein natürliches, schwach radioaktives Isotop bzw. Element, das überall im Boden und Gestein in geringen - in gewissen Erzen auch in höheren - Konzentration, vorkommt. Es besteht aus den drei Isotopen  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  und  $^{235}\text{U}$  mit den Halbwertszeiten 4.47 Mia, 0.245 Mio und 704 Mio Jahren.  $^{238}\text{U}$  macht mit 99.28 % den grössten Anteil aus. Uran kommt in geringen Mengen auch in der Luft, im Wasser und der menschlichen Nahrung vor. Von den drei genannten Isotopen ist nur das  $^{235}\text{U}$  - sein Anteil beträgt 0.711 % des  $\text{U}_{\text{nat}}$  - durch langsame Neutronen spaltbar und damit in Kernwaffen und in der Kernenergie nutzbar; es muss dazu angereichert werden. Bei diesem Prozess fallen grosse Mengen an abgereichertem Uran an (Depleted Uranium = DU) mit noch etwa 0.2 Prozent  $^{235}\text{U}$ , das gegenüber dem  $\text{U}_{\text{nat}}$  um etwa 40 % weniger radioaktiv ist, da auch der Anteil von  $^{234}\text{U}$  verringert ist. Pro Tonne Kernbrennstoff mit einer Anreicherung von 3.6 % werden rund sieben Tonnen DU produziert. Es steht somit praktisch kostenlos zur Verfügung. Auch aus der Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen fällt DU an. In diesem Fall kann DU auch Spuren von  $^{239}\text{Pu}$  (im Bereich ppb bis ppt =  $10^{-9}$  bis  $10^{-12}$ ) und andere Uran-Nuklide enthalten ( $^{232}\text{U}$ ,  $^{233}\text{U}$  und  $^{236}\text{U}$ ).

Uran in metallischer Form hat eine sehr hohe Dichte - mehr als das anderhalbfache von Blei - und ist wie dieses und andere Schwermetalle giftig. Als Metall ist es eher weich, kann aber durch Beimischung von geringen Mengen von Titan und Molybdän so sehr gehärtet werden, dass es sich für Geschosse von sehr hoher Durchschlagskraft eignet. Diese sind wesentlich billiger als Projektile aus Wolfram-Karbid. Die Wirkung von Urangeschossen beruht darauf, dass ein stab- oder pfeilförmiges Teil aus DU mit hoher Wucht auf ein Ziel auftrifft. Es durchdringt so Panzerplatten und der Uranstaub, der pyrophor ist, entzündet sich infolge der beim Einschlag auftretenden hohen Temperaturen. DU wird auch für Panzerplatten in Kampfpanzern und als Gegengewicht in Flugzeugen oder als Kiel für Segelschiffe verwendet. Nachgewiesen werden kann DU über die Beta-Strahlung seiner Tochternuklide  $^{234\text{m}}\text{Pa}$  und  $^{234}\text{Th}$ .

*Welches sind die gesundheitlichen Risiken durch DU ?*

Gesundheitliche Auswirkungen von Uran können sowohl radiologisch wie auch chemisch toxikologischer Natur sein. Die radiologisch toxikologischen sind allerdings infolge der sehr geringen Radioaktivität von DU eher unbedeutend, die chemisch toxikologischen betreffen nach bisherigen Erfahrungen am ehesten die Nieren. Akute oder subakute Effekte sind allerdings bei oraler Aufnahme im Form von Uranyl erst bei Dosen von deutlich über 0.1 mg/kg Körpergewicht zu erwarten. Es sind vier Belastungspfade bekannt: *Externe Bestrahlung* durch Teile aus DU die sich über längere Zeit in der Nähe des Körper befinden; *Inkorporation durch Inhalation* von Uranstaub, *Ingestion* von mit DU kontaminiertem Trinkwasser oder Nahrung oder *Inkorporation von Uranstaub in Form von Mikropartikeln oder von DU-Splittern durch Wundkontamination*. Da DU vor allem ein Alpha-Strahler ist und die Geschosse von einer Aluminiumschicht umhüllt sind, ist die externe Strahlendosis auch bei längerer Exposition unbedeutend. Bei der chronischen Inhalation von Uranstaub besteht, wie man aus den Studien an Minenarbeitern weiss, ein gewisses Risiko von Lungenkrebs und Krebs des oberen Bronchialtraktes. Ein signifikanter Anstieg dieser Erkrankungen durch Uranstaub konnte in diesen Studien nicht nachgewiesen werden. Die hohe Lungenkrebsrate im Uranbergbau geht auf den hohen Radongehalt der Grubenluft zurück! Inhaliertes DU liegt meist als Oxyd vor. Grössere Partikel gelangen aus dem Bronchialbereich in den Magen-Darm-Trakt, kleinere Partikel können direkt in die Blutbahn gelangen.

*Wie kann die Inkorporation von DU überprüft werden ?*

Bei einer unfallbedingten einmaligen Inkorporation von Uran (Inhalation als Staub oder Kontamination einer Wunde) wird die aufgenommene Uranmenge aus der Analyse von Urinproben hergeleitet. Der Urangehalt des Urins nimmt zuerst mit einer Halbwertszeit von etwa 1.6 Tagen, später mit einer solchen von rund 25 Tagen ab. Bei oraler Aufnahme wird dagegen nur etwa 1 Prozent resorbiert.

*Wie gross ist die durchschnittliche Belastung der Bevölkerung mit Uran ?*

Gemäss dem UNSCEAR-Report 2000 [8] liegt die normale Uran-Aufnahme der Bevölkerung über die Nahrung im Bereich von 0.005 bis 0.1 Bq/Tag, entsprechend 0.5 bis 10 mg/Tag, was im Durchschnitt etwa 0.25 mSv/Jahr ergibt. Der durchschnittliche Gehalt des Körpers liegt bei etwa 90 mg U (Angaben der WHO); davon 81 mg im Skelett und 11 mg in den Muskeln. Die Uran-Ausscheidung über den Urin bei unbelasteten Personen liegt im Bereich von 1 bis 100 ng/Tag mit einem Mittel von etwa 10 ng/Tag, da im Gleichgewicht von der oralen Aufnahme nur etwa 1 Prozent resorbiert wird. Im Durchschnitt zeigen ältere Personen eine höhere Ausscheidung [5].



*Welche Personen wurden in der Schweiz auf DU-Inkorporation untersucht und was ergaben die Resultate ?*

In der Schweiz wurden folgende Personen auf Uraninkorporation untersucht: SWISSCOY-Soldaten und Helfer auf freiwilliger Basis sowie - auf Anfrage des UNHCR - Mitarbeiter des UNHCR aus dem Kosovo. Das Kollektiv der SWISSCOY umfasst bisher 42 Personen und ergab eine mittlere Urankonzentration von 8 ng/l (Bereich 1 – 48 ng/l), entsprechend einer täglichen Ausscheidung von 13 ng/Tag ( 2 – 96 ng/Tag). Das Kollektiv des UNHCR umfasste 63 Personen und - obwohl es sich dabei um Probanden der lokalen Bevölkerung handelte - lagen die Werte eher noch tiefer: nämlich bei 6 ng/l (1 – 46 ng/l), respektive 7 ng/Tag (1 – 25 ng/Tag). Diese Messungen wurden mittels Massenspektrometrie (ICP-MS) im Bundesamt für Gesundheit durchgeführt und durch radiometrische Messverfahren (Alpha-Spektrometrie nach radiochemischer Abtrennung) im Institut universitaire de Radiophysique appliquée in Lausanne (IRA) überprüft. Wasserproben aus dem Kosovo ergaben 14 bis 1400 ng U/l. Untersuchungen von Urinproben beim deutschen Heereskontingent der KFOR ergaben im Mittel 19 ng/Tag bei der Einsatztruppe und 12 ng/Tag bei der Kontrollgruppe [5]. Alle diese Werte liegen im Schwankungsbereich der natürlichen Urangelhalte und bestätigen, dass keine Inkorporation von DU stattgefunden hat.

*Wurden in der Schweiz Schiessversuche mit DU gemacht ?*

In der Schweiz wurden vor mehr als 30 Jahren an drei Orten Schiessversuche mit DU-haltiger Munition durchgeführt : Ochsenboden SZ und Oerlikon (beide ehemalige Oerlikon-Bührle Gelände) und Genf (ehemaliges Hispano-Suiza Gelände). Die Messungen auf dem Schiessgelände des Ochsenbodens und von Deponiematerial des abgebrochenen Schiesskanals in Oerlikon zeigten keine erhöhten Urangelhalte. Spuren von abgereichertem Uran wurden in einem der beiden Schiesskanäle in Genf gefunden. Der Schiesskanal wurde inzwischen gereinigt.

*Besteht ein Leukämierisiko durch DU ?*

Aufgrund der radiologischen und toxikologischen Kenntnisse über die Wirkung von Uran auf den Menschen scheint es wenig wahrscheinlich dass DU Leukämie auslösen kann. Die Daten der Schweizer Krebsregister der Kantone BS, BL, GE, GR, NE, SG, AI/AR, VD, VS und ZH ergeben als Durchschnittswerte für die Morbidität durch alle Leukämiearten 89 - 114 Fälle pro Jahr und pro Million Einwohner und für die Mortalität 76 pro Jahr und pro Million. Die entsprechenden Zahlen der USA sind mit 121 bzw. 88.4 pro Million und pro Jahr geringfügig höher. Geht man davon aus, dass rund 50'000 KFOR-Soldaten im Kosovo im Einsatz waren, dann sind für die spontane Leukämieinzidenz rund 6 Fälle pro Jahr zu erwarten. Die wenigen, bisher bei Schweizer (Swisscoy) und italienischen (KFOR) Soldaten aufgetretenen Leukämiefälle lassen somit auf keine signifikante Erhöhung schliessen.

### **Schlussfolgerungen**

Auch wenn bis heute aufgrund der verfügbaren Informationen die Auswirkungen der DU-Geschosse auf Mensch und Umwelt im sowohl Golfkrieg wie auch im Kosovo-Konflikt gering sind, erscheint dennoch der Einsatz solcher Geschosse noch lange nicht gerechtfertigt.







**Bilder:** Panzerbrechende Granaten mit Pfeil aus gehärtetem DU (Quelle: Internet)

#### *Einige Quellenangaben*

- [1] WRENN M.E., SINGH N.P., RUTH H., RALLISON M.L. AND BURLEIGH D.P.: Gastrointestinal absorption of soluble uranium from drinking water by man. *Radiat. Prot. Dosim.* 26 (1989) pp.119-122.
- [2] E. SCHMID, CH. WIRZ: Depleted Uranium. Hintergrundinformation des AC-Laboratorium Spiez, Gruppe Rüstung, VBS Januar 2000.
- [3] NAOMI H. HARLEY et al.: RAND-Report: Depleted Uranium; National Defense Research Institute, USA.
- [4] UNEP/UNCHS Balkans Task Force (BTF): The potential effects on humans and the environment arising from possible use of depleted uranium during the 1999 Kosovo conflict. A Preliminary Assessment. Oct. 1999.
- [5] P. ROTH, E. WERNER, H.G. PARETZKE: Untersuchungen zur Uranausscheidung im Urin. GSF-Bericht 3/01, Januar 2001., Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg/D.
- [6] Health Risk Assessment consultation No. 26-MF-7555-00D: Depleted Uranium: Human Exposure Assessment and Health Risks by the Office of the Special Assistant to the secretary of Defense for Gulf War Illness, Leesburg Pike, USA.
- [7] FRANK J. HOOPER, KATHERINE S. SQUIBB, ELIOT L. SIEGEL, KATHLEEN McPHAIL and JAMES P. KEOGH: Elevated Urine Uranium Excretion by Soldiers with retained Uranium Shrapnel, in *Health Physics* 77/5 (1999) pp. 512–519.
- [8] UNSCEAR 2000: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: Sources and Effects of Ionizing Radiation; United Nations, New York, 2000)
- [9] E. BOSSHARD, B. ZIMMERLI and CH. CHLATTER: Uranium in the Diet: Risk Assessment of its Nephro- and Radiotoxicity

Hansruedi Völkle \*)

\*) in Zusammenarbeit mit

Max Haldimann und Otmar Zoller, Facheinheit Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände, BAG, 3003 Bern, Mario Burger und Ernst Schmid, Fachsektion Physik, Labor Spiez, VBS, 3700 Spiez



## DAS LEBEN AM DEPARTEMENT FÜR PHYSIK

(akademisches Jahr 2000/2001)

Ab 1.1.01 ist es offiziell geworden! Die beiden Physik Institute haben sich in einem Departement vereinigt, sodass im 12. Photon auch erstmals im Titel dieser Rubrik das Wort Institut durch Departement ersetzt worden ist.

Wie schon im letzten Jahr angedeutet, wird schon wieder ein Nachfolger gesucht, diesmal in der Festkörpergruppe, wo ja Louis Schlapbach 85% seines Hutes genommen hat, um die EMPA zu leiten. Es ist zu erwarten, dass Louis Schlapbach's Nachfolger spätestens im Herbst 2002 seine Tätigkeit in Fribourg wird aufnehmen können. Auch der Schreibende tritt zurück, zunächst einmal als Präsident des neuen Physikdepartementes. Ab 1. Oktober 2001 waltet Kollege Peter Schurtenberger dieses Amtes. Ich möchte ihm an dieser Stelle alles Gute und viel Erfolg bei der Leitung der über 80 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (ohne die SUER !) in unserem Departement wünschen.

Hubert Schneuwly erlitt leider kurz vor Weihnachten 2000 einen Hirnschlag, von dem er sich heute gottseidank wieder ganz gut erholt hat. Wir alle wünschen ihm alles Gute und baldige vollständige Genesung. Auch Lothar Schellenberg geht es gesundheitlich wieder gut. Leider müssen wiederum auch zwei Todesfälle gemeldet werden. Unser langjähriger Werkstattchef Hans „Hausi“ Tschopp, dessen 65sten wir noch im letzten Photon samt Foto erwähnt haben, ist am 8. September einem Leukämieleiden erlegen. Dieser unerwartete Hinschied hat uns alle tief betroffen. Hans Tschopp war der Hauptverantwortliche dafür, dass unsere Werkstatt heute einen ausgezeichneten Ruf genießt. Auch Jean-Pierre Jenny, ehemaliger Werkstattmitarbeiter, ist unverwartet im März gestorben.

Erfreuliches ist dafür über Jean-Claude Dousse und Hansruedi Voelkle zu vermelden. Kollege Dousse wurde nämlich am 3. Juli vom Staatsrat zum ausserordentlichen Professor auf den 1. September 2001 befördert, und Hansruedi Voelkle erhält den Titel eines Titularprofessors auf den 1. Oktober 2001. Hier kann man nur anfügen, was lange währte, wurde endlich gut. Herzliche Gratulation.

Was unsere beiden neuen Forschungsgruppen MM (Matière Molle) und FRAP (Fribourg Atom-Physik) betrifft, so entwickeln sich beide in erfreulicher Weise. Aehnliches gilt in der Theorie. Ueberhaupt floriert die Forschung am Physikdepartement, was die verschiedenen wiederum neu bewilligten Nationalfonds- und Drittmittelbeiträge belegen. Auch die Internationalisierung unserer Mitarbeiter schreitet fort, was einerseits höchst erfreulich ist, andererseits aber zuweilen Probleme bringt, wenn es darum geht, den Einsatz in der Lehre sicherzustellen. Leider müssen wir mit einem reduzierten Staatsbudget auskommen, was die finanzielle Situation an unserem Departement nicht vereinfacht. Auch die Räumlichkeiten werden immer knapper, um alle neuen Mitarbeiter unterzubringen. Die Lage dürfte sich grundlegend erst dann bessern, wenn die Informatik einmal auszieht, d.h. wenn „Pérolles 2“ bezugsbereit ist.

Während des akademischen Jahres 2000/2001 wurde Ende Januar wiederum die schon traditionelle Oberflächentagung im Physikdepartement abgehalten, und vor Beginn des Wintersemesters wird Francis Bütikofer für die Vorlesungsassistenten aller anderen Physikdepartemente in der Schweiz die Jahrestagung organisieren. Im Januar konnten wir den 70. Geburtstag von Lothar Schellenberg feiern - eine Bombendrohung zwang uns den Apero im Freien durchzuführen -, im August wurde Otto Huber bei guter Gesundheit 85. Beiden emeritierten Kollegen sei herzlich gratuliert ! Anfang September war der 50ste von Marie-Louise Raemy an der Reihe, zusammen mit der Beförderung von Jean-Claude Dousse. Am 21. Mai fand ein Abschiedsapéro zu Ehren von Otto Zosso statt. Herr Zosso hat seit dem 1. Februar 1961, d.h. seit mehr als 40 Jahren(!) in unserer Mechanikerwerkstatt gearbeitet und ist am 1. Juni 2001 in seinen wohlverdienten Ruhestand getreten. Wir wünschen ihm weiterhin alles gute, wobei Trompeten und Blasen nicht zu kurz kommen sollen!





Ein Höhepunkt im Leben des Physikdepartementes stellte wiederum das Sommerfest in der letzten Semesterwoche Ende Juni dar, wozu insbesondere die Physikstudierenden eingeladen sind. Diesmal nahmen rund 80 Personen teil, darunter eine erfreuliche Anzahl angehender Physikerinnen und Physiker. Der Abend wurde von Daniel Nettels aus der Gruppe FRAP organisiert und war ein weiteres Mal ein grosser Erfolg. Dazu trug auch das gute Wetter bei. Das erste Bild zeigt einige der Physiker beim Hauptgang, das andere zeigt die spektakuläre Zubereitung des Desserts, wobei auch der Festchef, Daniel Nettels tatkräftig mitgeholfen hat.







Was die wissenschaftliche Preise und Diplome unserer Mitarbeiter angeht, so ist zunächst einmal wieder um Damien Challet zu erwähnen, der neben dem «Prix Chorafas» (siehe Photon Nr.11) jetzt auch noch den «Prix Haenni» der Universität Lausanne erhalten hat. Herzliche Gratulation.

Als neue Doktores können sich die Herren Frédéric Corminboeuf, Laurent Genilloud und Lars Ola Nilsson feiern lassen, betreffend neu diplomierten Physikern können wir Yannick Bochud, Patrick Haymoz, Philippe Morand, Ronny Vavrin und René Zbinden gratulieren. Das Gymnasiallehrerdiplom haben sich Olivier Dessibourg, Manuel Jaquet und Roland Lehmann erworben, und, last but not least, Frau Céline Donche-Gay. Allseits herzliche Gratulation.

Auch die Ehemaligen sind nicht untätig geblieben. So hat insbesondere unser Chefredaktor, Alois Raemy, für seine Arbeiten auf dem Gebiet der Mikrokalorimetrie den „Prix Calvet 2001“ der „Association Française de Calorimétrie et Analyse Thermique“ erhalten. Wir gratulieren herzlich!

Was schliesslich das wichtigste, nämlich den Nachwuchs betrifft, so ist Frank Scheffold eine Melissa geboren worden, Frédéric Corminboeuf eine Aurianne, und Jean-Luc Schenker ein Loïc. Auch hier herzliche Gratulation!

Lukas Schaller

Präsident des Physikdepartements

\*\*\*\*\*



«QUE SONT-ILS DEVENUS ?»

„WAS IST AUS IHNEN GEWORDEN ?“

**Ruth Waeber**  
**St. Antoni/FR**

Im Mai 1985 habe ich am Physikinstitut, damals geleitet von Prof. Dr. O. Huber, meine interessante Tätigkeit als Sekretärin aufgegeben.

Im Juli 1985 ist auch unser erster Sohn Olivier auf die Welt gekommen. Nun widmete ich mich also voller Energie und Freude meiner kleinen Familie. Im Januar 1988 haben wir unser Haus in St. Antoni bezogen, wo auch im Mai 1990 unser zweiter Sohn Frédéric das Licht der Welt erblicken durfte. Eigentlich hatte ich immer genug Pflichten als Hausfrau und Mutter zu erfüllen. Sportliche Tätigkeiten runden meinen Tagesablauf immer ab.



In der Gemeinde St. Antoni arbeite ich aktiv in der Schulkommission mit. Sogar dem hiesigen Kirchenchor bin ich beigetreten. Seit einem Jahr arbeite ich am Gericht des Sensebezirks als Ersatzrichterin. Auch betätige ich mich als Aushilfe in einer reizenden Geschenkboutique in Tifers (ein Besuch lohnt sich !).

Sicherlich ein kein sehr aufregendes Leben, welches ich nun führe. Aber, meine Erwartungen in der Ausübung des Berufes als Hausfrau und Mutter, haben sich erfüllt.

Ruth Waeber





## Patrick Bergem Vauderens/FR

Ma première réaction à la demande d'un curriculum pour le «Photon» fut une question : «déjà?» J'aurais dû m'en douter à la vue de la tournure «poivre et sel» que prenait la barbe : il y a 23 ans cet automne que j'ai franchi pour la première fois les portes de l'Institut de Physique.

Le chemin qui m'a mené à Fribourg a commencé au Luxembourg, où j'ai passé ma scolarité primaire et secondaire. Après un bac latin-sciences suivi d'une première année aux Cours Universitaires du Luxembourg, il fallut émigrer pour poursuivre les études. Après une première étape à Paris-XI et ses amphithéâtres bondés, j'étais prêt en 1978 à affronter le bilinguisme de Fribourg et ses amphis minuscules peuplés de volées de quinze étudiants. Sortant d'une université-usine, j'ai mis un certain temps à m'habituer à la dimension humaine de l'Institut de Physique et à la disponibilité des professeurs, chargés de cours et assistants, mais j'en garde encore aujourd'hui un souvenir émerveillé. Ajoutez à cela une ville accueillante, une population étudiante assez cosmopolite ainsi qu'une forte colonie de joyeux compatriotes et vous obtenez une ambiance d'études idéale.



Après un stage au groupe de physique des particules de l'EPFZ au SIN (PSI), j'ai fait mon travail de diplôme au groupe ME sous la direction de MM. Schaller et Schellenberg. La construction d'un spectromètre anti-Compton fut une réussite due pour une large part à la qualité du travail de l'atelier de l'Institut (il doit encore en subsister quelques résidus olfactifs au sous-sol, puisque le plomb du blindage du spectromètre fut obtenu par fusion des vieux tuyaux sanitaires de la Basse Ville ...). J'ai par ailleurs toujours eu une admiration sans limites pour la patience de nos professeurs, puisque nous étions trois luxembourgeois en train d'effectuer notre travail de diplôme au groupe ME cette-année-là!

En 1981, après le diplôme, j'avais deux bonnes raisons pour rester à Fribourg, dont une n'avait rien à voir avec l'Institut de Physique et avec laquelle je suis marié depuis 19 ans. La famille est composée d'un physicien, une mathématicienne, deux garçons (17 et 16 ans) et de deux filles (12 et 9 ans).

L'autre raison du prolongement de mon séjour était le début d'une thèse sur la polarisation nucléaire du plomb sous la direction de MM. Schaller et Schellenberg. En 1984, à mi-chemin de la rédaction de la thèse, j'ai suivi l'appel de la verte Gruyère (où plutôt du recteur du Collège du Sud et de son président de jury de bac, M. Schneuwly) pour me lancer dans l'enseignement de la physique. Les trois années suivantes furent bien occupées entre les séjours au SIN pour finir l'exploitation des résultats de mesure, l'enseignement à Bulle et la famille grandissante. En 1987, après que la Faculté m'eût permis de changer de prénom, j'ai finalement choisi de rester dans l'enseignement et plus particulièrement au Collège du Sud.

Le petit dernier des collègues fribourgeois avait de grands projets de construction et j'étais dans la position enviable de pouvoir façonner mon propre environnement de travail en participant à la conception des locaux et à leur équipement. Nous avons inauguré le nouveau collège en 1994, en même temps d'ailleurs que notre maison familiale.

Depuis mon départ de l'Institut, entre l'enseignement, la rédaction de manuels, l'aménagement de la maison, les occupations familiales, les voyages et lectures, une participation à la mise sur pied de la nouvelle maturité et la formation des stagiaires DMG, je n'ai pas vu le temps passer. Mes liens avec l'Institut de Physique sont aujourd'hui assurés à travers M. Dousse, expert aux épreuves de physique pour les examens de maturité depuis les débuts du Collège du Sud et M. Baeriswyl, président du jury du Bac.