

# Coopération technique internationale

## *International technical co-operation*

### 1. Programme « échanges de chercheurs »

Dans le cadre du pilotage de la métrologie française, un budget spécifique est dédié aux échanges de chercheurs entre les LNM français et étrangers.

Les objectifs sont de plusieurs ordres :

- confirmer la compétence des chercheurs des LNM (laboratoires nationaux de métrologie) français par des missions à l'étranger (en particulier les plus « nouveaux » chercheurs) ;
- proposer l'expertise de nos LNM à nos homologues étrangers ;
- accueillir des chercheurs étrangers qui ont des compétences spécifiques pour des expériences développées dans le cadre du programme national de métrologie, et qui viennent en soutien des équipes ;
- développer des instrumentations spécifiques d'intérêt commun.

#### 1.1. Rayonnements ionisants

Depuis de nombreuses années, le LNE-LNHB/CEA, a noué d'étroites relations avec l'IFIN en Roumanie, et le JINR en Russie, sur différents sujets relatifs aux rayonnements ionisants.

En 2005, la coopération a porté sur les sujets suivants :

- Le groupe international « *Decay Data Evaluation Project* » - DDEP, sous la conduite du LNE-LNHB/CEA, a publié en 2004 le résultat de ses travaux d'évaluation de données sous forme d'une monographie BIPM. M. Aurelian Luca de l'IFIN a travaillé sur l'évaluation des données nucléaires pour pouvoir, à terme, renforcer le nombre de données mises à disposition des laboratoires.
- Ces dernières années, les études concernant le calcul des coefficients de conversion interne (mode de désexcitation d'un noyau atomique) ont suscité de nouvelles publications. Cependant, il existe des cas particuliers pour lesquels les calculs théoriques ne s'appliquent pas. L'objectif de la coopération scientifique avec M. Viatcheslav Gorojankine a été, en premier lieu, de répertorier les transitions concernées et leur multipolarité, puis d'essayer de déterminer des valeurs pour les coefficients de conversion interne.

### 1.2. Température

La collaboration engagée entre le NIS (LNM égyptien) et le LNE-INM/CNAM, s'est poursuivie en 2005. Les recherches de M. Yasser Abdelaziz ont porté sur l'étude de l'amplification des températures grâce à l'association de deux caloducs régulés en pression, mais aussi sur la caractérisation du prototype d'une nouvelle cellule d'aluminium.

Une autre collaboration importante dans le domaine des températures a été une coopération avec le NMIJ (LNM japonais) qui s'inscrit dans le cadre du programme de recherche sur les hautes températures. Le programme de M. Ronan Morice (du LNE) au NMIJ était consacré à l'étude et au développement de nouveaux points fixes en thermométrie au-delà du point fixe du cuivre (1 084,62 °C). Le NMIJ est actuellement mondialement reconnu dans ce domaine, en particulier par la réalisation de neuf points fixes distincts entre 1 154 °C et 2 474 °C. Ces cellules points fixes exploitent les propriétés des eutectiques métal-carbone.

### 1.3. Electricité - Magnétisme

Une collaboration étroite avec la PTB (LNM allemand) a été initiée sur l'étude de la synthèse de signaux alternatifs grâce à des réseaux de jonctions Josephson binaires. Cette étude s'inscrit directement dans le cadre du projet Euromet qui aura pour objectif de définir un étalon quantique de puissance basé sur l'effet Josephson. Ce nouveau projet, élaboré en 2005, devrait couvrir non seulement la génération de signaux alternatifs mais aussi la mesure de ces signaux par des méthodes d'échantillonnage ainsi que des comparaisons avec des convertisseurs thermiques.

Le NPL (LNM du Royaume-Uni) et la PTB ont mis en place conjointement un système expérimental, permettant de mesurer l'écart de transposition AC/DC des signaux alternatifs basse fréquence (< 1 kHz) générés par un réseau Josephson binaire, à l'aide de convertisseur thermique à multi-jonctions planaires.

La collaboration scientifique entre le LNE, Mme Sophie Djordjevic, et la PTB a consisté à réaliser l'expérience de transposition AC/DC avec le matériel du LNE (réseau binaire 1 V – fourni par la PTB en 2004 – monté sur une canne cryogénique modifiée à cet effet, source de polarisation acquise en 2004). Les premières

mesures, obtenues en un mois, ont permis d'atteindre des écarts entre la valeur efficace calculée et celle mesurée à l'aide d'un convertisseur thermique de l'ordre de 1 ppm autour de 100 Hz.

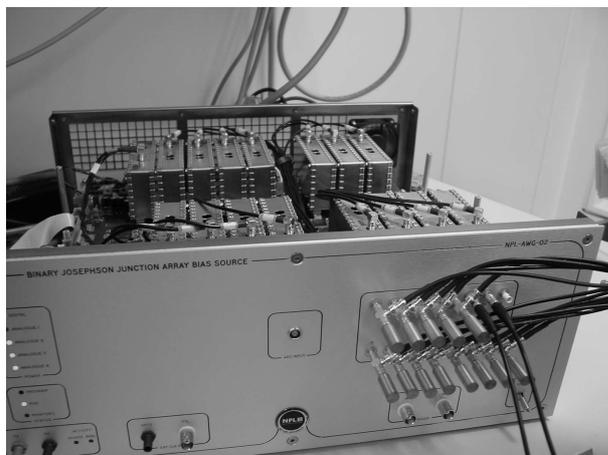


Fig. 1. – Source programmable utilisée pour l'expérience.

Dans le cadre de la validation de réseaux de résistances à effet Hall quantique (QHARS), des étalons réalisés par le LNE, équipe de M. Wilfried Poirier, ont été mesurés au METAS (LNM suisse). Ces réseaux intéressent particulièrement la communauté métrologique, car ils permettent d'avoir différentes valeurs de résistances en courant continu avec des incertitudes très faibles (résistances de faibles valeurs à très hautes valeurs).

#### 1.4. Temps - fréquences

Dans le cadre de fiabilisation de la fontaine FO1, étalon national de fréquence, une collaboration étroite avec l'Institut National de Physique des Lasers en Roumanie a été entreprise depuis de nombreuses années, avec la venue de Mme Cipriana Mandache au LNE-SYRTE/OP.

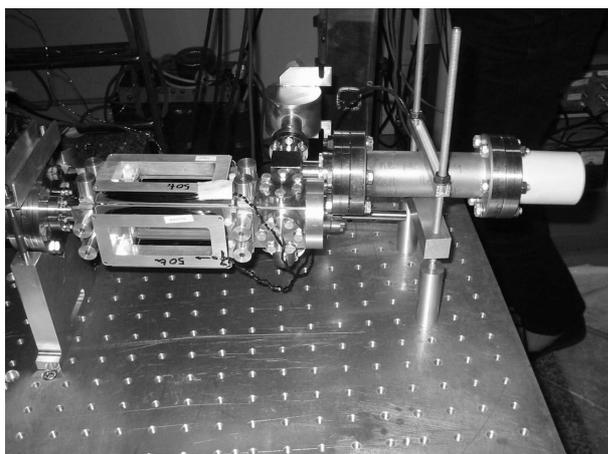


Fig. 2. – Piège magnéto-optique 2D.

Une nouvelle source d'atomes lents, utilisant un piège magnéto-optique 2D, pour charger la mélasse optique, a été montée et le banc optique profondément modifié pour

permettre à FO1 de fonctionner de manière quasi-permanente dans l'avenir. La fontaine FO1 a aussi été utilisée pour les tests de la cavité de vol de l'horloge PHARAO, horloge de type fontaine atomique destinée au projet spatial du même nom. Les essais concluants ont permis le développement de l'horloge qui sera embarquée dans la station internationale.

#### 1.5. Rayonnements optiques

Dans le cadre du MoU (*Memorandum of Understanding*) signé entre le LNE et l'INM (LNM roumain), M. Bernard Rougié a effectué une mission pour une étude sur la radiométrie des sources, en particulier sur la mesure d'éclairement énergétique de 350 nm à 900 nm. Une comparaison des références des deux laboratoires devrait faire l'objet d'une publication.

Un autre thème, dans ce domaine, a fait l'objet de collaborations scientifiques : l'interférométrie en lumière incohérente ; ceci afin de caractériser des composants fibrés, notamment des réseaux de Bragg et des fibres particulières. Deux actions ont été initiées dans ce cadre :

- La division fibres optiques du NIST (LNM des Etats-Unis d'Amérique) possède un banc d'interférométrie analogue à celui du LNE depuis 1991 et étudie les réseaux de Bragg par la technique d'interférométrie en lumière incohérente depuis 1999. Une collaboration a été initiée avec Mme Shellee Dyer, responsable de cette activité au NIST.
- De même le METAS (LNM suisse) dispose d'un banc similaire. Une collaboration avait déjà été entreprise en 2004 et s'est poursuivie en 2005 par une mission de Mme Anne-Françoise Obaton et MM. Lièvre et Filtz, du LNE. Une comparaison a été initiée suite à ces collaborations.

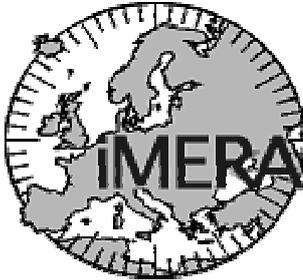
## 2. iMERA

La recherche, en métrologie en particulier, nécessite des moyens importants aussi bien humains qu'en terme d'équipements des plus sophistiqués. Toutefois, la redondance en métrologie est aussi indispensable, particulièrement au plus haut niveau de réalisation, mais qui doit être conciliée avec une juste optimisation des moyens mis en œuvre.

Actuellement l'Union européenne est constituée de 25 pays, mais l'association qui regroupe les laboratoires nationaux de métrologie en Europe, Euromet (*European Collaboration in Measurement Standards*) regroupe 33 pays effectuant des recherches et développements en métrologie à tous les niveaux.

Euromet a permis, et permet toujours, de générer des projets de recherche et de développements en commun, basé sur le partenariat volontaire et sur les fonds propres de chaque pays participants. Compte tenu des nouveaux domaines faisant appel à la métrologie et en développement croissant – tels que les nanosciences, la biotechnologie, les logiciels et la modélisation, les

matériaux, la santé, l'imagerie, la métrologie de la perception, la sécurité et l'espace, etc. – des moyens complémentaires sont indispensables pour pouvoir aborder ces nouveaux sujets et répondre aux besoins de la société.



Pour cela, un projet a été initié par la Commission européenne pour étudier la possibilité de financer la recherche en métrologie, *via* une organisation à déterminer. Ceci devrait permettre à terme de réaliser de nouveaux projets de recherche en métrologie : c'est le projet i-MERA (*implementing the Metrology European Research Area*).

Ce projet, sur trois années, et piloté par le NPL (LNM du Royaume-Uni), a un objectif final ambitieux : un programme commun de recherche et de développement en métrologie pour l'Europe. Il devrait permettre d'obtenir des fonds complémentaires de l'Union européenne pour le soutien d'une partie de ce programme européen de recherche en métrologie. Ceci demande toutefois une organisation claire pour la gestion des moyens et pour la sélection des programmes scientifiques.

Le projet i-MERA regroupe actuellement 20 membres de 14 pays dont des représentants de certains gouvernements des états membres de l'UE. Le LNE et les laboratoires nationaux de métrologie français participent à ce projet, bien évidemment.

Pour préparer le programme européen de recherche, plusieurs étapes vont être nécessaires :

- échanges d'informations sur les pratiques de chacun des pays en terme de moyens mis en œuvre, de définition des priorités dans les programmes nationaux de recherche, de transfert des connaissances vers les utilisateurs (comprenant la formation et l'expertise) mais aussi sur la façon de mesurer l'impact de la recherche en métrologie sur la société ;
- examen des questions relatives à la propriété intellectuelle, au développement des pays émergents ou encore à l'identification des barrières possibles à la réalisation de projets communs ;
- examen des difficultés qui pourraient être rencontrées. Pour cela, des activités communes (et pratiques) vont être lancées durant le projet (actions de formations, projets communs de recherche, etc.) ;
- identification des activités de recherche stratégiques pour le soutien aux innovations et à la qualité de la vie en Europe ;

- adaptation de la structure actuelle d'Euromet pour faciliter le financement de projets communs ;
- préparation d'un « Programme Européen de Recherche en Métrologie » sous la responsabilité du LNE.

Ce projet débuté en 2005 se terminera en 2008. Indubitablement, d'importants changements vont s'appliquer à la recherche en métrologie en Europe, de même que sur son organisation.

### 3. Contrats - Actions d'expertise

Le LNE, en tant qu'organisme en charge de la « métrologie française », est sollicité pour répondre à des appels d'offre, généralement émanant de la Commission européenne, pour des missions d'expertise et d'assistance technique pour des pays émergents. Le LNE est aussi sollicité en direct, pour aider à la mise en place d'organisme de métrologie, par exemple.

Plusieurs actions d'assistance technique ont été entreprises en 2005, avec un contrat majeur en partenariat avec le CETIM sur la métrologie au Maroc

#### 3.1. Maroc

L'objectif de ce projet concernait la formation de personnels des laboratoires de métrologie marocains, le LNM du LPEE et le laboratoire des volumes de la DQN, pour les domaines de la température, de l'électricité, des masses, forces et pressions, et des volumes (jaugeage), que cela soit en France ou au Maroc. L'ensemble des actions proposées a permis de dispenser plus de vingt-cinq semaines de formations pour l'ensemble des domaines et pour environ une dizaine de personnes, formations réalisées par le LNE et le LNE-INM/CNAM.

#### 3.2. Tunisie

Le Laboratoire Central d'Analyses et d'Essais en Tunisie, a demandé au LNE d'effectuer des formations à l'attention des industriels et personnels des laboratoires tunisiens. Plusieurs actions de formations ont été dispensées pour les domaines des températures, et de l'électricité, ainsi que sur la maîtrise des processus de mesure.

#### 3.3. Balkans

- Bosnie-Herzégovine : une formation a été dispensée à des personnes de laboratoires de métrologie sur les exigences des services de métrologie, pour la mise en œuvre des directives techniques de l'UE comme la participation dans différents projets au niveau international. Différents sujets ont été abordés tels que : le concept de la traçabilité des mesures, les incertitudes, l'accréditation, la mise en œuvre des normes ISO/CEI 17025 et EN 45004, la métrologie scientifique et industrielle, la métrologie légale et leurs différents concepts.

- Croatie : un projet pour une assistance technique pour l'accréditation, l'évaluation de la conformité et la métrologie a débuté en 2005, projet piloté par l'AFNOR. Le LNE est concerné par le troisième volet, la métrologie, qui se décline en une action d'assistance technique pour le laboratoire de métrologie croate sur trois aspects : un aspect relatif à la métrologie scientifique et industrielle, et deux aspects pour la métrologie légale. Ce projet est prévu sur une durée d'environ deux années.

#### **3.4. UEMOA**

Une session de formation en métrologie des températures a été organisée au Sénégal pour l'ensemble des laboratoires des pays de l'UEMOA, le Ghana et la Guinée Conakri, sur une demande de la PTB (LNM allemand). Cette formation, assurée par le LNE-INM/CNAM, a regroupé plus de vingt participants.

(Les pays de l'UEMOA sont : Togo, Bénin, Sénégal, Côte d'Ivoire, Guinée Bissau, Burkina Faso, Mali et Niger)

#### **4. Visites de délégations étrangères**

- Délégation asiatique pour l'ensemble des activités du LNE (Malaisie, Philippines, Indonésie, Vietnam, etc.) ;
- Mme Annabi et M. Labidi du Ministère du Commerce tunisien ;
- M. Yahyaoui de la DQN, Maroc ;
- Délégation du NIS, Egypte ;
- Mme Camella Rhone, présidente de CARIMET, organisation de métrologie des Caraïbes, et sa délégation ;
- Délégation libanaise.