

# Coopération internationale

## *International co-operation*

### 1. Actions ponctuelles

Deux types d'actions ont été engagés, comme les années précédentes : séjours de courte et moyenne durées. En 2004, un accent particulier a été mis sur les séjours de moyenne durée d'experts de laboratoires nationaux de métrologie étrangers. Un budget d'environ 40 000 € a été consacré à ces actions.

L'année 2004 a été marquée par les besoins en expertises scientifiques de haut niveau pour des études et recherches mais aussi par la continuité d'actions qui avaient été poursuivies ces deux dernières années. Il faut noter aussi une très forte collaboration entre le NIS (Egypte) et le LNE-INM dans le domaine des températures.

#### 1.1. Temps - fréquences

Depuis le développement des fontaines atomiques au LNE-SYRTE, en 1991, de nombreuses collaborations ont été engagées sur ce sujet, en particulier avec une Université roumaine. L'accueil pendant 4 mois d'une experte roumaine, Cipriana Mandache, a permis la mise au point d'une nouvelle source d'atomes froids utilisant un piège magnéto-optique à deux dimensions, pour être ensuite intégrée dans l'étalon de fréquence FO1.

Un projet d'étalon de fréquence optique, à atomes d'argent sur une transition à deux photons, a été engagé dès 1997 au LNE-INM. Cette étude met en œuvre des techniques de spectroscopie atomique de haute résolution à l'aide de sources lasers stabilisés en fréquence. Un chercheur britannique, spécialiste de la métrologie des fréquences et expérimentateur, David Knight, a été invité pendant deux mois pour participer à cette expérience. Cela a permis l'observation de la transition à deux photons à 661 nm.

#### 1.2. Métrologie chimique

– La métrologie chimique connaît actuellement, au niveau international, des développements importants dans le domaine organique. Ce domaine concerne principalement l'environnement et l'agroalimentaire. La détermination des composés organiques repose majoritairement sur l'utilisation de techniques chromatographiques couplées à la spectrométrie de masse. Pour des molécules organiques complexes, la chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse est actuellement la technique de choix pour mettre en œuvre des méthodes de haute exactitude.

Le LNE s'est équipé récemment d'un système de couplage chromatographie liquide haute performance / spectrométrie de masse (HPLC-MS) pour l'implantation de la dilution isotopique. Cette méthode primaire doit être appliquée dans l'analyse des pesticides.

Une étude est actuellement conduite (sous forme d'action d'incitation) pour étudier la faisabilité d'un matériau de référence de pesticides dans les eaux. Les résultats très positifs de cette étude justifient le développement rapide d'une méthode d'analyse de ces composés par dilution isotopique en couplage HPLC-MS.

Un chercheur du CENAM (Mexique), Esther Castro, a été invité pendant 6 mois pour travailler sur ce sujet pour aider à mettre en place rapidement la méthode primaire d'analyse des pesticides sur l'équipement HPLC-MS ; action qui se prolongera en 2005.

– Une collaboration a été développée avec l'ITPA (Lituanie) sur la dilution isotopique par ICP/MS, principalement pour les besoins de l'environnement et de l'analyse agro-alimentaire.

L'objectif était de développer un protocole métrologique pour prendre en compte toutes les sources d'incertitudes relatives à cette méthode. Le travail commun, entre les deux instituts, s'est focalisé sur le choix des isotopes, l'utilisation d'étalons de haute pureté, la préparation gravimétrique des mélanges et l'établissement des budgets d'incertitude.

#### 1.3. Température

Une étroite collaboration a été engagée entre le NIS (Egypte) et le LNE-INM dans le cadre de l'accord de coopération signé en 2003 entre le NIS et le BNM. Cette coopération s'est centrée sur le domaine de la température en 2004.

– Dans le cadre du MRA édité par le CIPM, une reconnaissance internationale des possibilités d'étalonnage peut être faite via des comparaisons. Le NIS a souhaité inviter un chercheur du LNE-INM, laboratoire pilote de nombreuses comparaisons internationales en température, pour valider leur cellule au point fixe de l'argent ; ceci dans le même état d'esprit que les comparaisons clés. Eliane Reanot a effectué cette comparaison en transportant une cellule du LNE-INM. Notons toutefois que de nombreuses difficultés administratives et liées à la de

sécurité aérienne ont été rencontrées pour le transport des cellules.

- Une autre collaboration a été entreprise pour la mise en œuvre d'une référence thermométrique au point triple de l'argon. Cette cellule a fait l'objet d'un développement commun entre le NIS et le LNE-INM. Yves Hermier a été invité au NIS pour la mise en œuvre de cette référence.
- Le NIS était particulièrement intéressé par les études réalisées par le LNE-INM sur l'amplificateur de température, et a souhaité qu'un de ses chercheurs travaille sur le sujet. Yasser Abdelaziz a été accueilli en fin d'année 2004 pour 6 mois au sein du laboratoire des moyennes températures. Ses recherches ont été axées sur les conditions optimales de fonctionnement du caloduc à eau, la caractérisation thermiques des volumes de travail dans les différents caloducs et aux premières études des rapports  $T(\text{Na})/T(\text{H}_2\text{O})$  et  $T(\text{K})/T(\text{H}_2\text{O})$ . Ce travail se poursuivra en 2005.

#### 1.4. Rayonnements ionisants

- L'objet principal de la collaboration, entre l'IFIN (Roumanie) et le LNE-LNHB, a été la mesure d'activité de l'eau tritiée après conversion en tritium gazeux, poursuite d'une collaboration de plusieurs années. Un chercheur de l'IFIN, Doru Stanga, a été accueilli pendant 2 mois au laboratoire. Les principaux travaux développés ont été, d'une part, la validation de la méthode fondée sur la conservation de l'activité molaire en tritium lors de la conversion d'eau tritiée en tritium gazeux et, d'autre part, la modélisation stochastique des compteurs proportionnels pour la mesure du tritium gazeux afin de réduire l'incertitude sur la détermination du rendement de détection.

Une deuxième partie a consisté en l'apprentissage de la méthodologie d'évaluation des données nucléaire. Cet apprentissage sera illustré par l'évaluation d'un radionucléide à usage médical.

- Viatcheslav Gorojankine, chercheur du JINR (Russie) est venu en 2003 pour travailler sur le calcul théorique des spectres bêta. Cette collaboration fait donc suite à cette action entreprise en 2003 et consiste à continuer les recherches, pendant 1 mois, pour pouvoir effectuer des calculs de spectre bêta, comparer avec des travaux expérimentaux, et évaluer les incertitudes associées.

#### 1.5. Balance du watt

L'objet de la collaboration entre le NPL et le LNE porte sur le développement d'une source de polarisation programmable pour réseaux binaires de jonctions Josephson dont les caractéristiques répondront spécifiquement aux fonctionnalités nécessaires à la balance du watt.

L'expérience de la balance du watt requiert que les tensions générées lors des différentes phases de mesure puissent être déterminées avec l'exactitude la plus grande possible (incertitude inférieure à 1 nV). Le processus de

mesure implique de plus que les intervalles de temps consacrés à la mise en configuration et à l'ajustage de la référence de tension soient réduits au minimum indispensable.

La mise en œuvre de réseaux programmables de type binaire, tels que les réseaux de jonctions Josephson SINIS fabriqués par la PTB, peut apporter une réponse à ce problème.

Cependant, les électroniques de polarisation des réseaux de jonctions programmables fabriquées à ce jour sont destinées soit à des mesures en courant continu, soit à des mesures en courant alternatif. En raison du peu de rapidité des premières et de l'extrême complexité des secondes, elles ne peuvent être utilisées de façon satisfaisante pour l'expérience de la balance du watt.

Il a donc été proposé de développer une source de polarisation programmable suffisamment rapide, simple dans son principe et dans son usage, fiable et reproductible en plusieurs exemplaires, dont les performances satisferont strictement aux besoins de l'expérience.

Cette collaboration s'est faite en trois temps : accueil de Pierre Gournay au NPL, puis de François Maletas au LNE.

## 2. Contrat - Actions d'expertises

### 2.1. UEMOA

Dans le cadre du programme européen « Mise en place d'un système d'accréditation, de normalisation et de promotion de la qualité », l'UEMOA (Union Economique et Monétaire de l'Ouest Afrique) a sollicité le COFRAC pour l'accompagnement de laboratoires d'analyses à l'accréditation.



Un volet de ce programme consistait à faire un état des lieux des laboratoires d'étalonnage existant (et de leurs

possibilités d'étalonnage), leurs besoins, et d'établir un schéma de traçabilité au SI au sein de la sous-région. Le BNM a été chargé de ce volet du programme.

Deux missions de trois semaines ont été effectuées en 2004, par Maguelonne Chambon, au Togo, au Burkina Faso, au Mali, au Niger, au Bénin et au Sénégal. Pour des raisons de sécurité, la mission n'a pu être réalisée dans les deux autres pays de la sous-région de l'UEMOA : en Côte d'Ivoire et en Guinée-Bissau. Le rapport a été finalisé et présenté à la commission de l'UEMOA.

## 2.2. Ukraine



Fig. 1. - Formation en métrologie de la délégation ukrainienne.

Le BNM a réalisé pour l'AFNOR deux semaines de formation en métrologie, dans le cadre d'un projet européen pour l'Ukraine : une première semaine au LNE, pour trois responsables ukrainiens, formation réalisée par

Marc Priel, Alain Marschal, Luc Erard et Maguelonne Chambon ; une deuxième semaine, formation assurée en Ukraine par Luc Erard.

## 2.3. Maroc

Le consortium CETIM-LNE a été retenu pour un programme de formation en métrologie, dans le cadre d'un programme européen. Ce projet est centré sur les domaines des températures, masse et force, pression, électricité et jaugeage. Les laboratoires bénéficiaires sont le laboratoire de jaugeage du Ministère de l'industrie, du commerce et des télécommunications marocain et le laboratoire national de métrologie marocain du LPEE. Compte tenu de la livraison tardive des matériels, ce programme n'a réellement débuté qu'en fin d'année 2004 et se poursuivra en 2005.

## 2.4. Autres projets

Michel Lecollinet a assuré une expertise technique dans le domaine de la métrologie acoustique pour le laboratoire national de métrologie bulgare, dans le cadre d'un contrat européen.

Luc Erard a assuré une formation pour le CEN aux Philippines « *EC-Asean standards and quality co-operation programme* ».

## 3. Visite de délégations étrangères

- M. Mitani du CENAM (Mexique) ;
- Délégation chinoise pour la métrologie légale.