

## Sommaire

Edito **P.1**

Les groupes de travail **P.2**

Fait marquants **P.3**

Veille réglementaire **P.4**

## EDITO

Un des objectifs fondamentaux du Club nanoMétrologie (CnM) est le recueil des besoins en nanométrie venant des industriels. Les premières problématiques métrologiques partagées au sein du Club ont ainsi porté sur les mesures dimensionnelles de nanoparticules, la métrologie des nanoaérosols, la mesure de rugosité et de couches minces par ellipsométrie ou encore les mesures électriques locales par microscopie à force atomique. Ces travaux, dont le point de départ systématique a été un état des lieux, ont abouti principalement à l'élaboration de plusieurs réponses à des appels à projets de recherche (ANR, EMPIR) mais aussi à deux inter-comparaisons, exercice par excellence en métrologie et premières du genre dans le domaine des nanosciences au niveau national. Une cinquantaine d'établissements participent à ces inter-comparaisons qui devraient s'achever cette année.

Conscient de la multitude de sujets à traiter en matière de nanométrie, qu'ils soient industriels ou académiques, le CnM va procéder prochainement à une enquête pour identifier les nouveaux besoins, les grandeurs les plus pertinentes à analyser, ce qui permettra d'orienter les actions futures du Club, voire son organisation.

Khalifa AGUIR (C'Nano) et François PIQUEMAL (LNE)  
Présidents du Club nanoMétrologie

## E-FORMATION

Les participants aux différents événements organisés par le CnM ont plusieurs fois fait part de leur désir de bénéficier d'informations de base en métrologie. C'est effectivement une demande légitime car il faut bien parler le même langage pour se comprendre et le CnM a donc réfléchi à la mise en place de différentes actions. Ainsi, un webinar est prévu d'ici quelques mois et il est tout à fait envisageable de généraliser un événement tel que celui organisé par le GT3 en juin dernier (formation au traitement des données en partenariat avec Digital Surf) en l'ouvrant par exemple à l'ensemble des membres du CnM. D'ici là, vous pouvez toujours consulter la nouvelle rubrique de la dernière page pour vous familiariser avec le vocabulaire de métrologie, ainsi que l'e-formation gratuite en ligne sur le site du LNE (<https://e-formation.lne.fr>).

### Comité de rédaction :

Ariel LEVENSON (C'Nano)  
François PIQUEMAL (LNE)  
Georges FAVRE (LNE)  
Nicolas FELTIN (LNE)  
Khalifa AGUIR (C'Nano)  
Raphaëlle JARRIGE (C'Nano)  
Marine STOLL (C'Nano)

### Souscription :

[club-Nanometrologie@lne.fr](mailto:club-Nanometrologie@lne.fr)

### LNE

1, rue Gaston Boissier  
75724 Paris cedex 15  
Tél: 01 40 43 37 00

[georges.favre@lne.fr](mailto:georges.favre@lne.fr)

### C'NANO

LPN - CNRS UPR 20  
Route de Nozay,  
91460 Marcoussis

Tél : 01 69 63 61 01

[direction-cnano@lpn.cnrs.fr](mailto:direction-cnano@lpn.cnrs.fr)

# GROUPES DE TRAVAIL

## GT1 «Santé & Environnement» : les actions menées ont un impact direct !

L'inter-comparaison organisée par le GT1 a eu une première conséquence positive en 2015. L'étude a mis en évidence la fiabilité de la technique de diffusion de rayons X aux petits angles (SAXS) et les mesures effectuées se sont avérées très proches des techniques directes (Microscopie électronique et à sonde locale). Ces très bons résultats ont contribué à la réussite du projet SAXsize piloté par la société XENOCS et qui sera financé par le fonds unique interministériel (FUI) à partir de 2016. SAXsize a pour objectif de développer un équipement bas coût de caractérisation de taille de nanoparticules innovant et performant, en combinant la technique SAXS avec la diffusion dynamique de la lumière (DLS). Il permettra à la fois d'accompagner les entreprises du secteur des nanomatériaux à développer leur système qualité et de répondre à la réglementation sur les nanoproducts. Le consortium regroupe plusieurs membres du Club nanoMétrologie (Cordouan Tech., la plate-forme Nanosécurité du CEA et le LNE), les PME Pyxalis et Nanomakers ainsi que l'INRIA.

Contact : [nicolas.feltin@lne.fr](mailto:nicolas.feltin@lne.fr) – [sebastien.artous@cea.fr](mailto:sebastien.artous@cea.fr)

## GT2 « Traçabilité » : une contribution active pour l'appel EMPIR2015

Forts des échanges lors des réunions du GT2 focalisées sur la nanométrie électrique, des membres prennent actuellement part au montage de deux projets européens. Le premier aborde la métrologie associée à la microscopie à sonde locale électrique dans le cadre de l'appel EMPIR 2015 focalisé sur le Système International d'unités, le second, à vocation prénormative, porte sur la caractérisation du graphène et des matériaux 2D. Le Club nanoMétrologie, via le GT2, a par ailleurs été sollicité pour rédiger un article sur cette thématique dans la revue « Les Techniques de l'Ingénieur ». Sa publication est prévue pour 2016. Un autre sujet qui pourrait intéresser les adhérents du GT2 pour les appels à projets futurs concerne la mesure traçable de faibles forces et de faibles masses. Une réflexion autour de cette thématique est actuellement en cours et fera l'objet d'une rencontre les 26 et 27 Novembre prochains à Nantes. Des informations plus précises seront données prochainement.

Contact : [younes.boukellal@lne.fr](mailto:younes.boukellal@lne.fr) - [guy.louarn@cns-imn.fr](mailto:guy.louarn@cns-imn.fr)

## GT3 « Instrumentation » : des actions diversifiées !



Le GT3 a organisé deux journées thématiques en 2015 : la 1ère présentait des techniques instrumentales dédiées à la mesure de taille de nanoparticules, la 2nde portait sur le traitement d'image. A cette occasion, Digital Surf offrait une formation sur les logiciels SPIP et MountainsMap.

L'inter-comparaison sur les mesures dimensionnelles des caractéristiques de pas et de hauteur de marche d'un réseau étalon et d'une structure inconnue par AFM et MEB a pris fin en septembre. Elle aura réuni au total 27 participants. Le traitement des mesures est en cours. Les résultats seront présentés d'ici la fin de l'année.

Contact : [sebastien.ducourtieux@lne.fr](mailto:sebastien.ducourtieux@lne.fr) - [khalifa.aguir@im2np.fr](mailto:khalifa.aguir@im2np.fr)

## Les journées thématiques

### Mesure traçable de faibles forces et de faibles masses

Une journée thématique sur la « Mesure traçable de faibles forces et de faibles masses » sera organisée les 26 et 27 novembre prochains à l'initiative du GT2.

Plus d'information à venir et programme sur simple demande

### Rencontres du Club nanoMétrologie

Les 5èmes Rencontres Annuelles en Nanométrie organisées par le CnM auront lieu le 26 Janvier 2016 au siège du CNRS à Paris Michel-Ange. Vous étiez plus de 80 participants lors de la dernière édition ! Bloquez la date dans votre agenda !

Au programme : Restitutions sur les travaux réalisés par les groupes de travail du CnM, Focus sur différents aspects de la nanométrie et ses instruments de mesure, Retour d'expériences sur les transferts de technologies et/ou d'expertise entre laboratoires académiques et industriels

Plus d'information et programme à venir

# FAITS MARQUANTS

## Localisation axiale absolue nanométrique des molécules fluorescentes

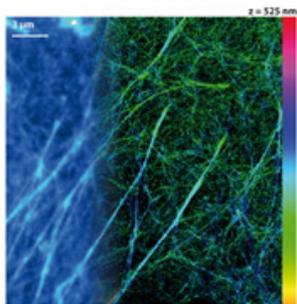


Image 3D du réseau d'actine d'une cellule : super-résolue à droite/image classique à gauche

L'observation des systèmes biologiques par microscopie de fluorescence connaît une véritable révolution avec l'avènement des techniques de super-résolution permettant de dépasser la limite de diffraction. Cependant, le gain en résolution n'est pour l'instant pas équivalent dans les trois dimensions, et l'amélioration suivant l'axe de propagation du faisceau optique reste un défi. Le projet NanoSAF vise en particulier l'obtention d'une résolution 3D isotrope des molécules fluorescentes.

Nous proposons une approche originale basée sur les propriétés d'émission des fluorophores à proximité de la lamelle de verre supportant les cellules. Cette émission dite « supercritique » a longtemps été appelée lumière interdite car non décrite par

les lois de l'optique classique. Elle peut aujourd'hui être facilement collectée grâce à l'apparition récente d'objectifs à très grande ouverture numérique (1.49) offrant accès à une localisation axiale absolue à l'échelle nanométrique (précision ~15 nm). Grâce au caractère absolu de la localisation axiale, la comparaison ou l'association de différentes mesures (inter ou intra échantillons) est instantanée et permet par exemple de reconstruire des architectures moléculaires 3D complexes impliquant des dizaines de protéines différentes. Cela présente un intérêt majeur pour le suivi des événements membranaires, les problématiques de motilités cellulaires et d'adhésion.

Ces travaux sont le fruit d'une collaboration entre l'ISMO, l'Institut Langevin et le CPBM et ont reçu le soutien de l'ANR (projet SMARTVIEW), du fond AXA pour la science, du LabEx WIFI et du DIM NanoK. Un projet de startup est en cours.

Contact : [sandrine.leveque-fort@u-psud.fr](mailto:sandrine.leveque-fort@u-psud.fr)

Institut des Sciences Moléculaires d'Orsay, UMR 8214 CNRS- Université Paris Sud

## NANOMET : Améliorer la faisabilité industrielle de la production des nanomatériaux

L'objectif du projet NanoMet (2014-2017), financé par la DGE, est de mettre à disposition des PME des outils méthodologiques et des protocoles fiables et reproductibles pour la caractérisation des nano-objets. Deux niveaux de caractérisation métrologique seront proposés et des protocoles de référence diffusés gratuitement à l'issue du projet ([www.nanomet.fr](http://www.nanomet.fr)). Le premier concerne les PME qui n'ont pas accès à des moyens métrologiques avancés, mais qui utilisent par exemple quotidiennement pour le suivi de leurs procédés industriels les techniques de Diffusion Dynamique de la lumière (DLS) ou BET (mesure de la surface spécifique). Le second s'adresse aux laboratoires R&D industriels ou publics qui proposent des services aux PME via des techniques de microscopie couteuses ou nécessitant une expertise avancée (MEB, TEM ou AFM).

Ce projet répond à un vrai besoin des PME, exprimé notamment via une enquête réalisée en 2014. Il apparaît en effet que certaines PME sont déjà bien sensibilisées aux questions spécifiques de nanométrie (procédures d'étalonnage, estimation des incertitudes de mesure et/ou utilisation de matériaux de référence), mais qu'elles auraient besoin de méthodes de mesure de référence et de guides de bonnes pratiques pour améliorer la fiabilité de leurs mesures.

L'enquête a par ailleurs montré que la technique FTIR est utilisée par plus de 30 % des sondés alors que cela n'avait pas été anticipé. La liste des instruments pour lesquels des développements de protocoles de référence sont prévus dans la deuxième phase du projet a donc été modifiée en conséquence, afin que le projet réponde au mieux aux besoins industriels recensés.

Les résultats complets de l'enquête sont accessibles sur le site [www.nanomet.fr](http://www.nanomet.fr).

Contact : [nicolas.feltin@lne.fr](mailto:nicolas.feltin@lne.fr)

## Appel à contributions dans Spectra Analyse

Le Club nanoMétrologie s'associe à la revue Spectra Analyse pour un numéro spécial « Métrologie » en 2016. N'hésitez pas à nous contacter si vous souhaitez avoir plus d'informations et/ou proposer un article !

Date limite pour la remontée des propositions : 16 novembre 2015

Contact :

[club-nanometrologie@lne.fr](mailto:club-nanometrologie@lne.fr)

## Séminaires du Forum citoyen NanoResp

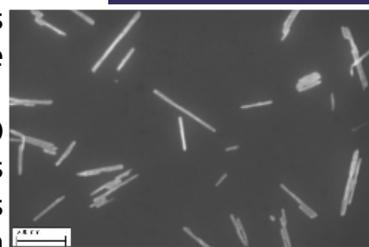
Le Forum citoyen NanoResp a organisé un séminaire sur le sujet « Assurance qualité des nanoproduits est-elle possible ? » pour lequel la métrologie est centrale. Le compte-rendu des échanges est accessible au lien suivant :

<http://www.nanoresp.fr/category/comptes-rendus/>

Prochain séminaire prévu

le 14 octobre sur le sujet

« Nanomatériaux et alimentation »



Nano-objets de référence (nano-bâtonnets de bohemite  $\gamma$ -AlO(OH), Mines ParisTech) utilisés dans le projet NANOMET



## VEILLE REGLEMENTAIRE

Encadrement de l'utilisation des nanomatériaux dans le domaine des dispositifs médicaux

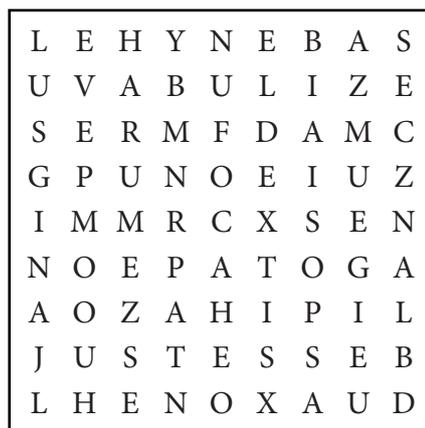
Les nanomatériaux sont de plus en plus utilisés dans le cadre du développement des dispositifs médicaux (DM). Ils permettent par exemple de minimiser le risque infectieux ou de favoriser le développement osseux. Afin de prendre en compte les nouveaux risques potentiels que cela implique, la réglementation européenne doit évoluer très prochainement. Un règlement doit venir remplacer, en 2016, les directives en place depuis plus de 20 ans (93/42/CEE et 90/385/CEE). Les DM qui incorporent un nanomatériau ou qui en sont constitués feront dorénavant partie de la classe III, à savoir celle qui correspond à des situations potentiellement les plus à risque, sauf lorsque le nanomatériau est encapsulé ou lié de telle manière qu'il ne peut être libéré.

Les exigences associées que devront respecter les fabricants seront ainsi élevées afin de protéger les professionnels de la santé et les patients. L'ANSM a donné des recommandations à destination des industriels du secteur pour évaluer ce risque nano-spécifique. **Les besoins en termes de caractérisation y sont centraux et la nanométrie, notamment les références et l'évaluation des incertitudes de mesure, cruciale pour fournir des données opposables du point de vue réglementaire et fiables pour alimenter les études de risques.**

## NOUVEAU : RUBRIQUE VOCABULAIRE

Comme il faut bien parler le même langage pour se comprendre, quelques définitions de termes classiques en métrologie peuvent s'avérer utiles !

Trois termes tirés du document international de référence (Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés / VIM, JCGM200-2012) sont cachés dans la grille de mots croisés ci-après. Saurez-vous les identifier ?



*MR (Matériau de Référence) : matériau suffisamment homogène et stable en ce qui concerne des propriétés spécifiques, qui a été préparé pour être adapté à son utilisation prévue pour un mesurage ou pour l'examen de propriétés qualitatives (on parle habituellement également d'étalon)*

*Justesse : étroitesse de l'accord entre la moyenne d'un nombre infini de valeurs mesurées répétées et une valeur de référence (il a ne pas confondre avec exactitude qui est liée à la valeur vraie !)*

**Biais : erreur de justesse**

**Solution :**

### Projets EMPIR

Les futurs appels à projets EMPIR concerneront en 2016 les thématiques de la métrologie pour l'Environnement et l'Energie. Un appel sur des sujets de prénormalisation aura également lieu. La nanométrie a toute sa place parmi ces trois appels ! N'hésitez pas à vous rapprocher du Club nanoMétrologie pour proposer des sujets !

Contact : [club-nanometrologie@lne.fr](mailto:club-nanometrologie@lne.fr)

### Salons, conférences

**NanoScale 2016, 9-11 Mars 2016, Wroclaw (Pologne).**

Organisé tous les 2 ans, ce congrès rassemble des chercheurs, métrologues et industriels de l'instrumentation autour de la microscopie quantitative et des étalons associés. Il permet de faire le point sur les progrès récents et sur les besoins à adresser dans le domaine. Il s'agit en fait de deux séminaires en parallèle : 11th Seminar on Quantitative Microscopy (QM) & 7th Seminar on Nanoscale Calibration Standards and Methods. Pour plus d'information :

<http://www.nanoscale.de>

**METROMEET 2016, 24-26**

**Février 2016, Bilbao (Espagne)**

La douzième édition de ce congrès ciblant la métrologie industrielle s'intéresse à la nanométrie dimensionnelle sous l'angle du contrôle qualité, de l'étalonnage et des incertitudes de mesure. Les sujets de la nanoindentation et des dernières avancées dans le domaine des logiciels de métrologie sont au programme.

Pour plus d'informations :

[info@metromeet.org](mailto:info@metromeet.org)

